Maria da Conceição Vieira de Pinho Aguiar

VULCÕES E SISMOS

Aplicações Multimédia para o Ensino Básico

Universidade do Porto

Faculdade de Ciências – Departamento de Geologia

2002

Maria da Conceição Vieira de Pinho Aguiar

VULCÕES E SISMOS

Aplicações Multimédia para o Ensino Básico

Universidade do Porto

Faculdade de Ciências – Departamento de Geologia

2002

Maria da Conceição Vieira de Pinho Aguiar

VULCÕES E SISMOS

Aplicações Multimédia para o Ensino Básico

Dissertação para obtenção do grau de Mestre
em Geologia para o Ensino

Sob a orientação de
Professor Doutor Frederico Sodré Borges

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS

UNIVERSIDADE DO PORTO

2002

À memória de meu pai. À minha mãe.

ÍNDICE

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Capítulo 1 - Enquadramento da investigação 1

1- Introdução 1

2- Pertinência do estudo 1

3- Objectivos do estudo 5

4- Organização geral da tese 5

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica 7

1- Introdução 7

2- Ideias dos alunos antes do ensino formal 7

3- As novas tecnologias da informação no ensino/aprendizagem 12

4- Avaliação de *software* educativo 21

5- Resumo histórico: os sismos e os vulcões explicados pelos homens 27

6- Vulcanismo e construção de vulcões 33

7- Ondas sísmicas e estrutura da Terra 45

8- A Tectónica das Placas ou Tectónica Global 63

Capítulo 3 – Concepção, vantagens e inconvenientes das aplicações multimédia 69

1- Introdução 69

2- Multimédia 69

3- Multimédia e ensino. 74

4- Concepção de aplicações multimédia 75

Capítulo 4 – Aplicações multimédia: especificação dos projectos "Vulcões" e "Sismos" 87

1- Introdução 87

Vulcões 89

Sismos 127

Capítulo 5 – Análise e avaliação das aplicações multimédia 183

1- Introdução 183

2- Análise e avaliação da aplicação multimédia "Vulcões" 185

3- Análise e avaliação da aplicação multimédia "Sismos" 193

Capítulo 6 – Conclusões gerais, limitações de estudo e recomendações finais 201

1- Introdução 201

2- Conclusões da investigação 201

3- Dificuldades encontradas na execução do projecto 205

4- Recomendações finais 206

Apêndices 209

Introdução 209

Apêndice 1 – Sequência didáctica para o estudo dos vulcões 211

Apêndice 2 – Sequência didáctica para o estudo dos sismos 219

Anexos 227

Bibliografia. 247

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer:

Ao Prof. Doutor Frederico Sodré Borges, na qualidade de orientador da tese, as orientações, sugestões, críticas, comentários oportunos, análise cuidada que colocou na leitura do trabalho e a gentileza de ter traduzido para inglês o resumo desta obra.

Ao Doutor João Praia, pela sua colaboração na disponibilização de materiais bibliográficos.

À colega e amiga Dr.ª Luísa Madalena, pelo entusiasmo que me incutiu para realizar esta tarefa.

Aos colegas Dr. Jorge Marinho e Dr.ª Raquel Magalhães, pela cooperação e disponibilidade.

Aos meus alunos, que estimularam a execução deste trabalho.

Ao meu irmão Fernando, pela colaboração prestada na execução e arranjos de figuras.

Finalmente, mas nem por isso menos importante, à minha mãe e aos meus irmãos, que estão sempre comigo.

RESUMO

A aplicação das tecnologias de comunicação electrónica na Escola tornou-se uma necessidade resultante da imposição tecnológica, que tornou obsoletos os meios educativos convencionais. Além disso, as pressões social e política contribuíram para que o uso dos computadores tivesse, recentemente, aumentado. Indiferente a tais pressões, as potencialidades das novas tecnologias são, sem dúvida, muito extensas e permitem que sejam criadas novas ferramentas como meio de suporte e enriquecimento do currículo.

No entanto, o professor debate-se, muitas vezes, com a incapacidade de utilizar o computador em contexto educativo, por não dispor de *software* educativo adequado e simples de utilizar, que o auxilie nessa tarefa.

No presente trabalho, aborda-se uma perspectiva da utilização destas tecnologias no ensino das Geociências, dando especial relevo às potencialidades educativas dos materiais multimédia.

São apresentadas as aplicações multimédia **"Sismos"** e **"Vulcões"**, passíveis de uma exploração pegadógica em contexto de sala de aula, no ensino básico - 7º ano de escolaridade. Contudo, estes programas poderão ainda ser utilizados pelos alunos do 10.º ano de escolaridade.

É feita uma avaliação das referidas aplicações, identificando e tipificando as características próprias de cada produto, de modo a permitir uma utilização mais rica, esclarecida e eficiente por parte dos professores interessados.

A par de alguma informação teórica, foram elaboradas sequências didácticas, organizadas de forma a orientar e potenciar a utilização que os professores possam fazer de cada um dos produtos, numa específica situação de ensino e aprendizagem.

ABSTRACT

The introduction of electronic communication technologies in the School has become a necessity which arises from the technological imposition, which brought about an obsolescing effect on other media forms. Therefore, social pressure and political will to promote the use of computers have recently increased. Regardless of such pressure, the potentialities of the new technologies are indeed very wide, and they do allow the creation of new tools which can be used as supporting media and in curriculum enrichment.

However, the teacher, lacking the assistance of simple and adequate software, often cannot take advantage of the computer in an educational context.

In the present work, a view of the utilization of these technologies regarding geosciences teaching is dealt with. The educational potential of multimedia applications is emphasized.

Two multimedia applications (one on earthquakes, the other on volcans) are presented. Either is capable of pedagogical exploitation in the class-room. Primarily, the applications are directed to twelve years old pupils. However, they can be extended to sixteen years old pupils.

The applications are evaluated, identifying their characteristics in order to help the teacher to use them in a richer and more efficient way.

Together with some theoretical information, didactic sequences were established in order to guide and to foster the use of the present software by teachers in a specific learning situation.

CAPÍTULO I

ENQUADRAMENTO DA INVESTIGAÇÃO

1- Introdução

Neste primeiro capítulo, procurar-se-á contextualizar a investigação, relevando a importância da concepção e produção de aplicações multimédia para o ensino da Geologia.

Passar-se-á, posteriormente, à discriminação dos conteúdos curriculares abordados nas aplicações, público-alvo e ferramentas utilizadas na sua concepção.

Por último, serão traçados os objectivos a atingir e apresentar-se-á a organização geral do trabalho.

2- Pertinência do estudo

A introdução das novas tecnologias de informação e comunicação em ambientes educativos parece ser já uma realidade inquestionável do nosso quotidiano, bem como, das escolas dos diferentes níveis de ensino.

Ainda que se esteja muito longe de conhecer todas as potencialidades educativas das novas tecnologias, é já claro que o seu impacte no sistema de educação formal será com certeza muito maior do que o de outras tecnologias anteriormente aplicadas à educação.

São, por isso, um recurso que não pode ser desprezado, especialmente quando nos encontramos inseridos numa sociedade de informação. No ensino da Geologia, estes recursos poderão ser particularmente importantes, na medida em que proporcionem a simulação de fenómenos geológicos de difícil ou impossível concretização na sala de aula ou de observação no campo.

Convém, no entanto, referir que a eficácia das novas tecnologias de informação e comunicação, tal como a de qualquer outro recurso utilizado no ensino/aprendizagem, depende da utilização que delas for feita. Uma aplicação multimédia não tem valor em si mesmo, como consequência da maior ou menor qualidade técnica dos seus atributos. O seu valor educativo reside, antes de mais, no modo de utilização como material pedagógico, na aula.

Em Portugal, os recursos multimédia, que podem ser utilizados no processo de ensino/aprendizagem, são escassos. Os produtos que existem nem sempre se adaptam às necessidades dos alunos, tanto a nível da língua como a nível de conteúdo. Na sua maioria, estão redigidos em inglês, o que dificulta a sua utilização pelos alunos mais jovens ou por aqueles que não dominam essa língua.

Este trabalho teve como objectivo produzir recursos didácticos, recorrendo ao uso das novas tecnologias, destinados ao ensino das Ciências da Terra, versando fenómenos geológicos abordados no ensino básico.

A concepção destes recursos multimédia constitui uma tentativa de contribuir para a produção de materiais multimédia, em língua portuguesa, de modo a proporcionar uma aprendizagem mais activa e motivadora no âmbito das Ciências da Terra.

Para além das finalidades já anteriormente expostas, as aplicações multimédia, que estiveram na base deste trabalho, constituem uma tentativa de melhorar a eficácia do processo de aprendizagem dos alunos, atendendo às propriedades únicas que os computadores e o seu *software* apresentam. São disso exemplo: a capacidade de simulação; a capacidade de apresentar ilustrações e demonstrações multimédia autênticas; a capacidade de reprogramação que torna possível, em princípio, o aperfeiçoamento constante e sistemático dos materiais de aprendizagem e a capacidade de interagir adaptativamente com cada aluno individualmente.

Os temas em estudo

Dentro da unidade programática "Manifestações da Actividade Geológica – Agentes Internos Modificadores do Globo Terrestre", abordaram-se os seguintes temas:

- Vulcanismo
- Actividade sísmica

Estes fenómenos são, actualmente, enquadrados pela generalidade dos cientistas num modelo geral da actividade geológica terrestre e, em particular, em relação com a Teoria da Tectónica de Placas. É esse, também, o enquadramento que lhes é dado, nos programas oficiais.

Quando se aborda na Escola o estudo da Geologia, raros são os fenómenos que suscitam tanto interesse da parte dos alunos como o estudo dos vulcões e dos fenómenos sísmicos. Num inquérito recentemente realizado junto de alunos do Ensino Secundário, veio a confirmar-se esta ideia: os alunos apaixonam-se por estes fenómenos que lhes trazem uma nova visão da Terra, planeta activo que tem uma história, planeta vivo em permanente evolução, e de que estes fenómenos são precisamente as evidências mais espectaculares (Elisabete de Carvalho, comunicação pessoal).

Além desta, outras razões justificaram a escolha dos temas:

- São conteúdos importantes para a compreensão de outros tópicos tratados no programa curricular do 7º ano de escolaridade, tais como, a estrutura do interior da Terra e a teoria da tectónica de placas, sendo investigados em anos escolares subsequentes com níveis de aprofundamento sucessivos;

- O uso de *software* apropriado, ao permitir a simulação ou uma ilustração animada e interactiva de fenómenos naturais de difícil concretização nas escolas, como é o caso dos fenómenos vulcânicos e sísmicos, pode constituir uma experiência bastante favorável à sua compreensão.

Área - curricular / Público – alvo

No âmbito das Ciências da Terra e, mais concretamente, na disciplina de Ciências Naturais, procurou-se, com estes recursos, motivar os alunos do 3.º ciclo do Ensino Básico, 7.º ano de escolaridade, com idades compreendidas entre os 11 e os 14 anos.

Naturalmente, estes programas poderão ser ainda utilizados pelos alunos do 10.º ano de escolaridade, embora, para estes, a finalidade primordial seja a de testar conhecimentos já adquiridos.

Ferramentas usadas

Na concepção das aplicações multimédia **"Vulcões"** e **"Sismos"**, usou-se o programa *Authorware 5 Attain* produzido por *Macromedia.*

Este programa permite aos autores que não sejam técnicos de multimédia, construir aplicações sem recorrer, praticamente, ao uso de *scripts*.

Com este programa podem-se construir aplicações multimédia, organizando uma sucessão de ícones. O conteúdo da aplicação é colocado nos diversos ícones. Estes podem conter diferentes tipos de objectos, tais como, imagem, texto, som, vídeo digitalizado ou mesmo um conjunto de instruções.

À medida que se constrói a aplicação, vai-se adicionando o conteúdo (imagem, texto, som) e estabelecendo as interligações.

Para a digitalização e manipulação de imagem vídeo, foi usado o programa *Adobe Premiere 5.1* produzido por *Adobe.*

3- Objectivos do estudo

Esta investigação teve como principais objectivos:

- Realçar a importância da utilização das novas tecnologias de informação no ensino/aprendizagem da Geologia;

- Destacar as potencialidades educativas das ferramentas multimédia;

- Conceber e realizar duas aplicações multimédia em torno das temáticas de Geologia do Ensino Básico (sismos e vulcões) recorrendo a um sistema de autor;

- Analisar e avaliar as aplicações multimédia (potencial pedagógico);

- Planear duas sequências didácticas, organizadas segundo os princípios da mudança conceptual.

4- Organização geral da estrutura da tese

O trabalho agora apresentado está organizado em seis capítulos.

No primeiro capítulo, refere-se o enquadramento geral da investigação, relevando a importância da concepção e produção de materiais multimédia para o ensino/aprendizagem da Geologia.

No segundo capítulo, procede-se à revisão bibliográfica. Inicia-se com a revisão no âmbito da Didáctica, e finaliza-se com um conjunto de leituras sobre temas de Geologia abordados neste estudo.

No terceiro capítulo, procura-se identificar e caracterizar as diferentes fase da concepção dos produtos multimédia com base no modelo que guiou este trabalho, sugerido por Costa (1998).

As especificações dos projectos, quer ao nível dos conteúdos propriamente ditos, quer ao nível do aspecto gráfico e dos elementos multimédia que os integram, são abordadas no quarto capítulo.

O capítulo cinco dá conta da caracterização das aplicações multimédia apresentadas neste trabalho, a três níveis: características gerais, descrição sucinta e descrição detalhada.

No sexto e último capítulo, sintetizam-se as conclusões gerais, enumeram-se as dificuldades sentidas ao longo da realização do trabalho e apresentam-se, de forma sumária, algumas recomendações finais.

Este trabalho inclui, ainda, apêndices e anexos.

Nos apêndices, apresentam-se sugestões didácticas que devem ser consideradas como exemplos do modo como as aplicações multimédia podem ser inseridas e utilizadas em situações de aula.

Os anexos, em número de quatro, são constituídos por guiões discriminativos dos passos a seguir, relativamente à utilização das aplicações na sala de aula. Têm como objectivo auxiliar os alunos a utilizar os programas, permitindo uma visão de conjunto.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1- Introdução

Neste capítulo proceder-se-á à revisão bibliográfica. Inicia-se com a revisão no âmbito da Didáctica. Será dada ênfase à importância das ideias alternativas dos alunos e a sua utilização, como um dos pontos subjacentes, na planificação de situações de aprendizagem e, mesmo, na concepção de instrumentos didácticos. Referir-se-ão algumas possibilidades da utilização dos computadores no ensino/aprendizagem da Geologia. Analisar-se-ão, ainda, aspectos relacionados com a avaliação de *software* educativo.

A finalizar a revisão bibliográfica serão desenvolvidos temas de Geologia abordados neste estudo. Em primeiro lugar, proceder-se-á a um resumo histórico - os sismos e os vulcões explicados pelos homens. De seguida serão abordados, resumidamente, aspectos como: vulcanismo e construção de vulcões; ondas sísmicas e estrutura da Terra. Por último, far-se-á referência à Teoria da tectónica de placas.

2- Ideias dos alunos antes do ensino formal

Parece, hoje, ser consensual que as crianças chegam à situação de ensino formal possuindo concepções que lhes permitem explicar muitos fenómenos que irão ser estudadas nas aulas de ciências. Osborne e Wittrok (1983, citados em Santos, 1998, p.92) a este propósito escrevem, "*que as crianças desenvolvem ideias sobre o seu mundo, desenvolvem significados para as palavras usadas em ciência e desenvolvem estratégias para obterem explicações sobre o "como" e o "porquê" dos fenómenos, muito antes da ciência lhes ser formalmente ensinada*".

Atribui-se, actualmente, a existência de dificuldades de aprendizagem no domínio das Ciências, particularmente de certos conceitos, a bloqueamentos ocasionados por concepções que impedem a apropriação de conceitos científicos. Estas

concepções se constituem como alternativas aos conceitos científicos aparecem, assim, no centro do problema da aprendizagem.

Deste modo, uma nova perspectiva acerca de como se processa a aprendizagem no âmbito da ciência vai ganhando importância: a perspectiva construtivista. O que de essencial implica o paradigma construtivista, plenamente aceite em Educação e Psicologia, é a consideração, como ponto de partida, das concepções alternativas dos alunos e, consequentemente, a importância que o estudo das representações mentais e das suas modificações tem na investigação dos fenómenos de desenvolvimento e aprendizagem.

Segundo esta perspectiva, concebe-se o aluno como um ser activo (psicológica e não só fisicamente), construtor de significados, isto é, do seu próprio conhecimento. O aluno desenvolve, desde que nasceu, ideias, conceitos e «teorias» explicativas acerca dos fenómenos e da realidade que não são fruto apenas das impressões sensoriais, mas de «construções» mentais. Esta construção é um processo contínuo e activo, numa interacção permanente entre as concepções do aluno (designadas nos relatos de investigação de diversas maneiras como, por exemplo, conceitos intuitivos, pré-conceitos) e as informações e experiências com que é permanentemente confrontado.

A investigação tem mostrado que tais concepções influenciam poderosamente o modo como se vai processar a aprendizagem. E tem mostrado, também, que se revelam extremamente resistentes à mudança na medida em que se alicerçam na vivência do aprendiz.. Tais concepções constituem as suas suposições, são o fruto dos seus pensamentos, das questões que levantou a si próprio e das respostas que encontrou, enfim, são, no seu todo, a sua ciência . Os modelos que ele vai construindo da realidade que o cerca são o resultado da sua observação do mundo e das experiências por que passou.

A perspectiva construtivista defende que o processo de aprendizagem tem de tomar, como ponto de partida, essas concepções, pois só assim será possível a construção de novos significados, novos conceitos, mais próximos dos estabelecidos pela comunidade científica. Se não se proceder desse modo, se não houver confronto

entre as concepções do aluno e as outras concepções, corre-se o risco de as primeiras permanecerem, havendo uma mera colagem dos conceitos ensinados.

Uma das consequências mais importantes do construtivismo é a condenação formal da perspectiva da escola como transmissora impositiva do saber. Esta convicção tem levado à contestação dos modelos de aprendizagem de aquisição conceptual que, ignorando o conhecimento prévio dos alunos, assentam na ideia de que o conhecimento cresce por acumulação. Defendem-se, em alternativa, os designados modelos de mudança conceptual baseados na suposição de que aprender implica uma mudança entre concepções qualitativamente diferentes. Não faz sentido, portanto, ser o professor um mero transmissor de conceitos científicos. O papel do professor passa a ser o de facilitador da construção do conhecimento, seleccionando e organizando situações de aprendizagem que a permitam.

Os modelos de mudança conceptual têm subjacentes teorias de aprendizagem que defendem que a actividade dos alunos não se limita a simples operações de adição ou de subtracção de informações aos conhecimentos existentes. Consideram que tal actividade é muito mais complexa. Defendem que são os próprios alunos que constroem (reconstroem) os conhecimentos e os instrumentos para os adquirir. Que é a sua actividade que permite organizar (reorganizar) os conhecimentos em esquemas, cada um com a sua estrutura própria. Para tais teorias, é ao aluno que compete traçar os degraus do familiar para o novo, da concepção que processou para o conceito de que se irá apropriar.

Defendendo a ideia que uma mudança conceptual segue um processo evolutivo Giordan e DeVecchi (1987) e Giordan (1998) (citados em Schielle e Koster, 1998), apresentam um modelo de tipo alostérico (*allosteric learning model*). A designação provém da analogia com determinadas macromoléculas, como por exemplo o ADN, em que a forma se reestrutura completamente em certas condições.

A ideia de aprendizagem, como mudança conceptual, aparece mais ou menos explícita em propostas de modelos de ensino/aprendizagem de diversos autores. Embora existam diferenças assinaláveis nas diferentes propostas de modelos, há coincidências em alguns aspectos essenciais, nomeadamente na necessidade de:

- levar os alunos a explicitar as ideias que possuem;
- providenciar experiências que possibilitem o desenvolvimento/reestruturação dessas ideias;
- propor situações que encoragem os alunos a reflectir sobre as suas ideias;
- proporcionar aos alunos oportunidades para aplicar as novas ideias.

Para promover a mudança conceptual, o professor pode proceder de harmonia com o modelo proposto por Sequeira e Duarte (1991, citados em Pereira e al., 1992) que se descreve de seguida, em que, após motivar os alunos para o tópico em estudo, realiza actividades de iniciação, exploração das concepções alternativas, discussão, reflexão e aplicação.

Fases de um modelo de mudança conceptual

Designação	e Objectivos
Fase 0	*Introdução*
	Motivar os alunos para o estudo a realizar.
Fase 1	*Identificação/consciencialização das concepções alternativas*
	Conduzir os alunos à explicitação das concepções alternativas relativas ao tópico em estudo.
Fase 2	*Exploração das concepções alternativas*
	Levar os alunos a testar as suas próprias concepções, sempre que possível.
Fase 3	*Discussão das concepções alternativas*
	Induzir o conflito cognitivo nos alunos.
	Criar nos alunos insatisfação com as suas próprias concepções.
	Levar os alunos a modificar, expandir ou substituir as ideias alternativas por uma visão científica.
Fase 4	*Reflexão*
	Estimular nos alunos uma atitude de reflexão acerca das suas próprias ideias, o modo como evoluíram, os métodos usados e as conclusões obtidas.
	Levar os alunos a reflectir sobre a possibilidade de melhorar os seus procedimentos ou a aplicação das suas ideias.
Fase 5	*Aplicação*
	Proporcionar aos alunos situações de aplicação das novas ideias apreendidas em diferentes situações.
	Levar os alunos a relacionar as ideias com a vida diária.

Fonte: Pereira e al. (1992)

Contudo, salienta-se que a separação entre as diferentes fases é artificial e a sequência é alterável, atendendo a que o modelo que se propõe é interactivo e flexível, devendo dar resposta às características dos alunos e do próprio conteúdo de ensino.

Viabilidade de implementação de modelos de mudança conceptual na sala de aula

A investigação tem revelado que, para um tópico específico, o número de concepções alternativas envolvidas é, geralmente, reduzido entre os alunos de uma turma.

Pereira e al. (1992) sugerem algumas medidas que os professores podem utilizar para a aplicação de um modelo de mudança conceptual:

1. Prestar mais atenção ao diálogo dos alunos na sala de aula;
2. Incitar os alunos a verbalizar a sua compreensão dos conceitos relativos ao tópico em estudo;
3. Identificar tipos (padrões) de respostas 'erradas' em testes, questionários e trabalhos de casa;
4. Pedir a algum dos alunos que cometeu determinado 'erro' para explicar como chegou à resposta;
5. Fazer uma selecção adequada dos conceitos programáticos a abordar ao longo do processo ensino/aprendizagem, de forma a estabelecer uma sequência apropriada e exequível;
6. Comparar diferentes tipos de resposta a um tema, em momentos diferentes do processo de ensino/aprendizagem, procurando analisar uma possível evolução das primitivas concepções alternativas.

A implementação, na sala de aula, do modelo acima descrito passa pela necessidade de planificar actividades que materializem estratégias de ensino/aprendizagem, facilitadoras da desejável mudança metodológica e conceptual.

3- As novas tecnologias da informação no ensino/aprendizagem

Os recursos (também designados por recursos auxiliares ou meios auxiliares) incluem todos os materiais com que o professor trabalha para fazer com que o processo de aprendizagem seja mais eficaz. Constituem um material precioso no ensino e um suplemento necessário para atingir os objectivos de aprendizagem. O professor deve recorrer a meios variados – desde livros e revistas a diapositivos e outros – tê-los à sua disposição e utilizá-los do modo mais conveniente para os alunos.

A utilização do computador em Educação, como instrumento de trabalho de grandes potencialidades, só recentemente, começou a dar os primeiros passos. Não sendo panaceia universal, favorece explorações mais avançadas de alguns tópicos. Permite a exploração de situações que, de outra forma, seria muito difícil ou mesmo impossível de realizar. Possibilita ainda, a professores e alunos, a utilização de recursos e a produção de materiais de qualidade muito superior aos métodos convencionais. Disponibiliza ferramentas que deslocam o centro do processo ensino-aprendizagem para o aluno, favorecendo a sua autonomia.

O computador não é mais um entre vários meios auxiliares de ensino. Tem em si potencialidades de que nenhum outro meio dispõe.

Assim e entre outras:

- Permite que os alunos programem a maneira de resolver os seus próprios problemas, participando activamente na sua aprendizagem;
- Pode ser um tutor paciente e adaptável às capacidades de cada aluno;
- Permite a criação de micromundos de aprendizagem e de exploração desta, por exemplo, proporcionando de modo rápido, barato e inofensivo simulações de experiências que são: rápidas ou lentas demais para serem controladas, inacessíveis à escola, excessivamente perigosas, ou mesmo artificiais exigindo condições impossíveis de obter na prática (ausência de gravidade, por exemplo);
- Dispõe de potencialidades gráficas notáveis que podem ser rentabilizadas para uma aprendizagem significativa;

- Pode contribuir para diagnosticar dificuldades de aprendizagem e bloqueios de conhecimento;
- Permite a criação de redes de comunicação entre utilizadores afins, passando a existir comunidades intelectuais, sem restrições de ordem geográfica;
- Permite poderosas ferramentas intelectuais para professores e alunos que vão desde a folha de cálculo às bases de dados, aos processadores de texto, aos programas estatísticos, à manipulação de equações, de funções, etc.;
- Permite manipular grande volume de informação (correspondente a grandes bibliotecas);
- Facilita as explorações lúdicas, nomeadamente, por meio de actividades didácticas centradas em jogos;
- Proporciona medidas rigorosas de grandezas físicas e o controlo de equipamento laboratorial com interfaces e sensores adequados;

Apesar de todas estas potencialidades, a utilização educativa do computador deve ser envolvida em cuidados especiais. Do mesmo modo que um automóvel bastante versátil e potente pode conduzir a um desastre, também o computador, quando mal utilizado, pode ser nefasto.

3.1- Como utilizar adequadamente os computadores em educação

Segundo Ponte (1988), o computador pode ter os mais variados efeitos enquanto instrumento educativo, efeitos esses que tanto podem ser positivos como negativos. A este propósito refere que "*...Pode constituir um novo meio de expressão, desenvolvendo a autoconfiança do aluno, estimulando e diversificando as suas actividades cognitivas, e proporcionando-lhe um papel mais determinante no seu processo de construção do conhecimento. Mas o computador também pode ser reduzido à dimensão de professor electrónico, controlando e condicionando os alunos, e remetendo-os para uma situação de ainda maior passividade do que no ensino tradicional...*"

O aproveitamento das possibilidades da utilização do computador exige que sejam planeadas actividades adequadas. Para isso, o professor tem de conhecer não só o

modo de funcionamento dos programas, mas também o modo como eles podem ser postos ao serviço dos objectivos curriculares da sua disciplina e nível de ensino.

As utilizações educacionais dos computadores podem ser descritas e sistematizadas segundo uma perspectiva taxonómica, em três grandes modalidades: modo tutor («tutor»), o modo ferramenta («tool») e o modo instruendo («tuttee»).

No modo tutor, o computador assume de forma mais ou menos directiva o papel de orientador do processo de aprendizagem. Como exemplos, podem referir-se o ensino assistido por computador, em que é proposto aos alunos dialogar com um programa didáctico e os jogos educativos.

No modo ferramenta, o papel do computador é muito mais neutro e independente das matérias a aprender. O aluno utiliza o computador como um instrumento que lhe permite realizar tarefas muito diversificadas, directa ou indirectamente ligadas ao processo de aprendizagem. Os processadores de texto, os sistemas de gestão de bases de dados e as folhas de cálculo são exemplos, a realçar, deste modo de utilização dos computadores.

O modo instruendo pode ser descrito como o inverso do modo tutor: o computador assume-se como aluno e deixa a este o papel de tutor. Estão nesta situação, por exemplo, as aprendizagens de geometria, com a linguagem de programação LOGO, em que as crianças vão aprendendo a movimentar a tartaruga e desenhando com ela várias figuras geométricas.

Esta classificação não é estanque, havendo casos em que o *software* contempla desenvolvimentos com sobreposições de duas ou mesmo três modalidades.

Os programas tutoriais, por imporem aos alunos um papel passivo, têm-se mostrado pouco adequados a um ensino para o desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos, mas bastante eficientes para treino ou adestramento. Contudo, actualmente, em resultado da investigação em inteligência artificial, crê-se ser possível vir a conseguir obter bons programas tutoriais, que propiciem situações bastante criativas.

A utilização do tipo «tuttee» tem revelado potencialidades mais notáveis, propiciando situações de aprendizagem, em que os alunos desenvolvem de forma bem visível as suas capacidades cognitivas.

3.2- O computador e a Geologia

Como consequência das suas características, o computador poderá desempenhar um papel importante no ensino da Geologia. Neste momento, algumas das suas potencialidade são já aproveitadas no ensino desta ciência, como: no armazenamento e uso de informação, na representação gráfica de dados e estruturas, na análise numérica, na aquisição de dados e controlo experimental, na modelação e simulação, etc.

Bases de Dados

No ensino da Geologia, reveste-se de grande valor educativo a utilização de programas que possibilitam o armazenamento e o uso de informação, como as Bases de Dados. Um exemplo, será uma base de dados sobre rochas.

As bases de dados são programas de utilização polivalente («utilitários») que permitem desenvolver, nas aulas de Geologia, diversas actividades. É preciso ter presente, no entanto, que uma base de dados nunca está acabada. Pode ser sempre completada ou melhorada. São uma forma de utilização do computador extremamente promissora, trazendo consigo a mensagem de que a classificação e a classificação cruzada são armas intelectuais poderosas. Os alunos poderão eles próprios organizar sistemas de dados sobre assuntos do seu interesse, recolhendo, eles próprios, os elementos necessários à sua construção (concepção e recolha/inserção dos dados). Construindo e usando bases de dados, os alunos começam a ganhar uma noção de como se pode estruturar uma grande quantidade de informação, de forma a poder utilizá-la eficientemente.

Animação gráfica

Um animador permite sequenciar uma série de desenhos, segundo a técnica do desenho animado, isto é, cada imagem apresenta uma ligeira modificação relativamente à anterior. Se passarmos essas imagens rapidamente (mais de 1/16 avos de segundo),

teremos a ilusão do movimento. Pode-se, assim, representar vantajosamente sistemas animados de difícil ou impossível visualização por outros métodos.

Sendo os modelos em Geologia, na sua maior parte, dinâmicos, o computador presta-se a ser utilizado sem grandes custos e com bastante sucesso para criar representações animadas da realidade (modelos animados). Por outro lado, e uma vez que os conteúdos a transmitir implicam, na sua maior parte, memorização auditiva ou visual, os esquemas animados, utilizando a memória visual, apresentam vantagens acrescidas na aquisição de novos conhecimentos.

Como exemplo de animação gráfica, podem-se elaborar vários esquemas sobre o modelo da Tectónica de Placas, em que a sequência das imagens dá a sugestão de movimento das placas.

Simulação em computador

As possibilidades de cálculo, armazenamento e manipulação de dados e construção de gráficos tornam o uso de computadores particularmente interessantes em Geologia, nomeadamente na elaboração de modelos de simulação.

Com o acesso a computadores de grande capacidade, tornou-se possível conceber modelos matemáticos frequentemente mais adequados que modelos físicos equivalentes cuja construção em laboratório pode ser tecnicamente difícil e dispendiosos, da construção à sua manutenção.

Problemas como correntes de convecção no manto, evolução das órbitas planetárias, história térmica do planeta (incluindo fusão e diferenciação) estão agora a ser estudados através da resolução das leis físico-matemáticas que regem os mecanismos e processos subjacentes àqueles fenómenos.

A aplicação daquelas leis em situações envolvendo um elevado número de parâmetros, variáveis no tempo e no espaço era praticamente impossível, até ao aparecimento do computador. O computador pode ser programado para simular situações mais complexas (o número de factores que intervêm nos processos geológicos

é extraordinariamente elevado) e portanto mais realistas do que aquelas que podem ser simuladas num modelo à escala no laboratório.

Software Educativo

Considera-se *Software* Educativo o produto especificamente concebido para o ensino-aprendizagem, envolvendo normalmente um ou mais programas de computador, manuais e, eventualmente, outros materiais de suporte.

O *software* educativo deve ser desenvolvido por equipas mistas que integram vários especialistas: professores, programadores, etc. É um processo moroso e dispendioso, o que explica que esse tipo de material prime pela ausência.

É cada vez mais difícil propor uma tipologia de *Software* educativo, já que cada vez são em maior número os programas que oferecem várias componentes integradas num mesmo produto. Assim, de entre os mais conhecidos podemos citar:

- Tutoriais/Treino
- Resolução de problemas
- Animação
- Traçado de gráficos
- Simulações
- Aquisição e controlo

Destes, alguns já foram apresentados, passando-se a resumir os restantes.

Tutoriais/Treino

A primeira geração de *software* educacional era constituída, essencialmente, por programas tutoriais e de treino.

Num programa tutorial, o computador apresenta os vários tópicos, obedecendo a uma sequência determinada pelo computador e/ou pelo utilizador. A informação é maioritariamente no sentido máquina-utilizador. No programa de treino, o computador coloca questões que deverão ser respondidas, encarregando-se o computador de verificar as respostas e produzir comentários adequados. É comum estas duas componentes encontrarem-se associadas.

Hipertexto

Um outro produto capaz de apoiar de forma poderosa o trabalho é o hipertexto. Grosseiramente, ele pode ser olhado como uma fusão do processamento de texto e da base de dados. A designação de hipertexto diz respeito a um processo de apresentar a informação de forma não-linear, atribuindo por isso ao leitor, e não mais ao escritor, a escolha da informação a ler e da ordem do seu processamento. A leitura é, de certa forma, mais natural, evitando-se a sobrecarga do texto com explicações ou outras deambulações teóricas que só têm proveito em tempos de leitura (compreensão) diferenciados de acordo com cada aluno.

Detecta-se, presentemente, uma evolução do hipertexto para o chamado hipermédia. Neste utilizam-se mais abundantemente imagens, fixas ou animadas, acompanhadas ou não de som. Além disso há a possibilidade de ligação a uma diversidade muito grande de outras aplicações e meios audiovisuais, em particular o vídeo disco. Este sistema, relança uma nova via, mais prometedora a alguns tutoriais, uma vez que a sua utilização tem assim outras possibilidades, não cumpridas por outros *media*. Este assunto será desenvolvido no ponto 2 do capítulo 3.

Gerador de gráficos

O gerador de gráficos permite, com grande facilidade, a obtenção de um gráfico, a partir de uma tabela numérica e/ou de fórmulas. Esses gráficos são completamente parametrizáveis: tamanho, forma, tipo, amplitude de escalas, efeitos tri-dimensionais,etc.

Controlo e Aquisição

A aquisição e o controlo são um dos sectores menos explorados, até hoje, ao nível da utilização das Novas Tecnologias de Informação no ensino das Ciências em Portugal. São, porém, um dos campos mais promissores.

O controlo de equipamento e aquisição de dados mediados por computador permitem um rigor e um automatismo impossíveis de ter paralelo humano. Podemos utilizá-los como mero facilitador da utilização de instrumentos científicos (microscópios, microssondas, etc., nomeadamente em conjugação com programas de tratamento de imagem), especialmente, sempre que o processo se desencadeie num

ritmo incompatível com a nossa percepção (demasiado rápido, como na medição da queda de uma gota ou demasiado lento, como nos movimentos de uma folha) ou seja necessário uma monitorização muito longa (quantas abelhas entraram e saíram da colmeia e a que horas se produziu essa movimentação).

Os dados, assim obtidos, são entendidos pelos alunos como sendo «seus», com uma valorização e um desejo associado de deles se retirar significado que não encontra par nas tabelas obtidas em livros. São os alunos que estão no papel de descobridores! E serão eles a interpretar os gráficos que os «seus» resultados geraram (já agora, utilizando um Gerador de Gráficos).

Ponte (1988) opina que as diversas utilizações do computador variam no seu valor pedagógico, mas nenhuma deve ser liminarmente posta de parte. O computador pela sua flexibilidade, presta-se a múltiplas funções e pode enriquecer o ensino de diversas maneiras. A fixação num único tipo de utilização é, por isso, uma prática educativa a evitar.

3.3- Novas competências para o professor

A experimentação de métodos e abordagens pedagógicas alternativas à educação formal, baseados no uso sistemático dos computadores, tem sido confinada até agora a projectos-piloto em escolas tradicionais.

De um modo geral, as pesquisas efectuadas não são ainda suficientes para provar que existe uma vantagem clara nos resultados obtidos, se comparados aos da prática pedagógica tradicional. Resultou, contudo, a mais-valia de se ter aprendido a utilizar as novas tecnologias.

É relativamente ao papel do professor que se tem gerado maior controvérsia. Algumas análises tendem a caricaturar o professor "tradicional", apresentando-o como um simples transmissor de informação – um papel que pode cada vez mais ser desempenhado, diz-se, pelas novas tecnologias da informação.

Contudo, o novo papel que o professor é chamado a desempenhar não perde importância, antes ganha novas dimensões e maior responsabilidade. Mais do que a

visão do computador como substituto do professor, importa reter a ideia do computador como instrumento de consulta e de trabalho para assistir os alunos nas suas investigações e nos seus projectos. O professor continua a estar presente, mas agora num novo papel. Ele é o organizador e coordenador das diversas actividades e o elemento que garante a componente de sociabilização no processo educativo.

De facto, não faz sentido opor o computador e o professor, como se fossem antagonistas. Será a combinação dos dois, ambos no máximo das suas possibilidades, que constituirá a equipa do futuro.

Segundo Ponte (1988) as novas tecnologias colocam o professor perante a necessidade de adquirir um conjunto diversificado de competências e conhecimentos que incluem uma compreensão do seu papel nas várias áreas da actividade social, um conhecimento das suas possibilidades e limitações como instrumentos educativos, a capacidade de encontrar, seleccionar e usar programas já feitos. A capacidade de ler, escrever e adaptar programas simples não é indispensável, mas pode ajudar.

O professor pode e deve conhecer e utilizar os programas educacionais de qualidade, que tenha ao seu dispor. O *software* educativo, cada vez mais com características multimédia, é um domínio em grande desenvolvimento. No entanto, Caftori e Paprzycki (1997) e Papert (1996), citados em Costa (1999), sugerem que nem sempre a etiqueta "*Software* Educativo" corresponde efectivamente a produtos com valor educativo.

Ponte (1988) compara a avaliação da qualidade do *software* à avaliação da qualidade dos manuais escolares. Os professores têm de saber verificar se os objectivos educacionais, propostos por cada programa, são adequados para os seus alunos e se podem ser, de facto, alcançados através do seu uso. A avaliação de materiais educativos deve contemplar diversas categorias, incluindo a qualidade educacional, a flexibilidade e a adaptabilidade às características dos alunos, a qualidade técnica (incluindo a robustez e a facilidade de utilização) e a qualidade dos materiais de suporte.

Uma das consequências mais importantes da introdução das novas tecnologias nas escolas foi incontestavelmente a de estimular a reflexão e o debate pedagógicos. Este debate mobiliza cada vez mais professores, à medida que estes se familiarizam com o computador e começam a utilizar as novas tecnologias para comunicar "em rede" com outros professores relativamente à sua actividade.

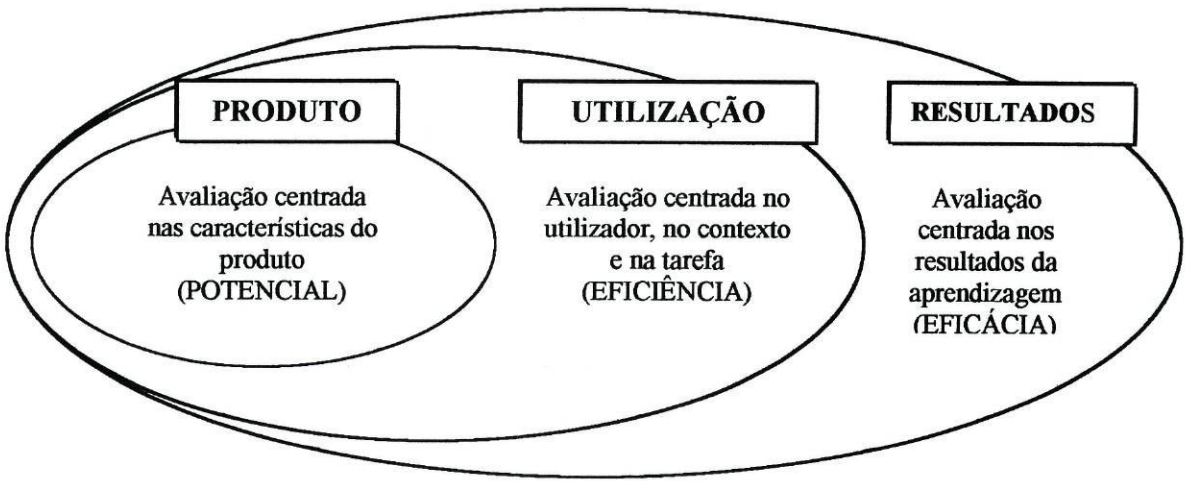
Quando a sua experiência da aplicação das novas tecnologias se consolidar, os professores contribuirão, sem dúvida, mais activamente do que até aqui, para que estas tecnologias se tornem instrumentos de ensino e aprendizagens eficazes. Tal como a elaboração de bons manuais escolares, a criação de bom *software* educativo constituirá um processo longo de tentativas e erros, que terá de recorrer continuamente à experiência dos professores que melhor observam, compreendem e respondem às necessidades de aprendizagem individual dos seus alunos.

4- Avaliação de *software* educativo

4.1- Objectos de avaliação

De acordo com Costa (1999), muito embora se possam equacionar outras áreas de incidência da avaliação, parece oportuno que a avaliação específica do *software* multimédia educativo contemple não apenas o produto em si mesmo, mas se estenda à análise do produto em situação real de utilização, em contexto de ensino e aprendizagem, e à reflexão sobre o seu contributo em termos de efectividade na aprendizagem.

Como se pode observar na Figura 1, toma-se como referência uma avaliação que, embora se ultime em termos de "eficácia" na aprendizagem, permita reflectir sobre as condições de uma utilização pedagógica e didáctica eficientes e forneça informação diferenciada, relativamente às características e ao potencial de cada produto analisado. Uma aplicação multimédia não tem valor em si mesmo, apenas, pela maior ou menor qualidade técnica dos seus atributos. O seu valor educativo depende, especialmente, no modo como, na sua concepção, foi considerado o seu utilizador final, a sua forma de aprender e os objectivos de aprendizagem que se pretendem alcançar.



Fonte: Costa (1999)

Fig.1 – Objectos de avaliação

4.1.1- Avaliação centrada nos resultados de aprendizagem

Uma avaliação centrada nos resultados depende, em larga medida, da natureza da aprendizagem e requisitos da tarefa (objectivos didácticos), dos conhecimentos e capacidades cognitivas dos alunos e, por último, de factores contextuais e situacionais.

A avaliação de produtos multimédia tem, pois, de ser equacionada em função do conjunto destes factores, assumindo-se que os efeitos, em termos de aprendizagem e desenvolvimento de estratégias cognitivas, não se produzem por si mesmo, como consequência automática do uso de aplicações informáticas de natureza multimédia.

4.1.2- Avaliação centrada na utilização em contexto

A utilização propriamente dita e, sobretudo, a "qualidade na utilização" são, também, aspectos de capital importância na avaliação de produtos multimédia.

A análise e avaliação da exploração de produtos desta natureza, em situações e ambientes concretos de ensino e aprendizagem, podem fornecer informação muito útil, nomeadamente, para responder à questão de como podem estes materiais contribuir para o objectivo central de facilitar a aprendizagem e de melhorar a qualidade da mesma.

Tal como no caso anterior da avaliação dos resultados de aprendizagem, sublinha-se o papel dos professores como agentes decisivos e responsáveis pela exploração de produtos multimédia no processo de ensino e aprendizagem, abrindo a possibilidade de reflexão sobre o modo como esses professores podem ser ajudados nessa tarefa, ou seja, que conhecimentos, destrezas ou competências necessita ter o professor para tirar partido, em ordem a uma aprendizagem bem sucedida, de materiais e produtos daquela natureza.

4.1.3- Avaliação centrada nas características intrínsecas do produto

Embora pareça conveniente insistir numa avaliação holística, que tem como principal marco de referência o contexto mais amplo de aprendizagem em que um determinado modelo vai ser utilizado, é indispensável abordar cada produto em si mesmo (produto-objecto) e sobre ele formular juízos de valor, independentemente da utilização propriamente dita, ou da sua eficácia, em termos de aprendizagem.

Uma avaliação centrada nas características do produto pode, também, ser extremamente enriquecedora, sobretudo ao permitir a reflexão sobre o potencial de um determinado produto para exploração pedagógica e dar a conhecer e familiarizar os professores com os produtos existentes, nomeadamente, se eles próprios forem envolvidos no processo de exploração e de reflexão sobre as suas potencialidades pedagógicas, de adequação ao currículo ou de promoção da aprendizagem.

Embora directamente relacionado com os aspectos técnicos de construção (concepção e realização), este tipo de análise pode, ainda, fornecer elementos esclarecedores sobre o produto numa perspectiva pedagógica - **potencial pedagógico do produto**. De facto, com base no elenco de características específicas de um determinado produto, é possível determinar em que medida esse produto pode ser utilizado na aprendizagem: em que tópicos específicos do currículo, que tipo de competências permite desenvolver, etc.

Em síntese, interessa, sobretudo, identificar e tipificar as características próprias dos produtos de natureza multimédia, nomeadamente, as que mais directamente possam constituir suporte para a aprendizagem e recurso pedagógico para os professores.

4.2- Componentes da avaliação

Apresentam-se, de seguida, as componentes e sub-componentes que, segundo Costa (1999), parecem ser mais relevantes para uma "avaliação do produto-objecto", de carácter qualitativo e que, sempre que possível, possa envolver e ser desenvolvida pelos próprios professores.

De forma a facilitar a análise, as referidas componentes foram organizadas em quatro grupos distintos:

- O primeiro diz respeito, apenas, aos requisitos técnicos necessários à instalação e ao bom desempenho da aplicação (Quadro I);
- O segundo agrupa os atributos referentes ao conteúdo da aplicação e os aspectos de carácter predominantemente pedagógico (Quadro II);
- O terceiro agrupa as características mais directamente relacionadas com a realização técnica da aplicação, em termos de interface gráfica, interactividade e ferramentas de exploração (Quadro III);
- O quarto constitui um nível mais abrangente e transversal de análise, agrupando os aspectos geralmente definidos como a "usabilidade" da aplicação (Quadro IV).

QUADRO I

Requisitos técnicos

Grupo I	**1. Requisitos técnicos**
	1.1. EQUIPAMENTO REQUERIDO
	1.2. INFORMAÇÃO TÉCNICA SOBRE O *SOFTWARE*
	1.3. INFORMAÇÃO SOBRE O PROCESSO DE INSTALAÇÃO

QUADRO II

Conteúdo e aspectos pedagógicos da aplicação

Grupo II	**2. Conteúdo da aplicação**
	2.1. CONTEÚDO CIENTÍFICO
	2.2. CONTEÚDO SÓCIO-CULTURAL, ÉTNICO E IDEOLÓGICO
	2.3. CONTEÚDO PEDAGÓGICO
	2.4. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO
	2.5. EXTENSÃO E DENSIDADE DA INFORMAÇÃO
	2.6. DOMÍNIO E NÍVEL DE COMPLEXIDADE DO CONTEÚDO
	3. Aspectos pedagógicos
	3.1. PÚBLICO VISADO
	3.2. CONTEXTO CURRICULAR DE UTILIZAÇÃO
	3.3. OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM
	3.4. ESTRATÉGIAS DE EXPLORAÇÃO DA INFORMAÇÃO
	3.5. MOTIVAÇÃO
	3.6. AUTONOMIA NA APRENDIZAGEM
	3.7. INTERACÇÃO SOCIAL
	3.8. FORMAS E INSTRUMENTOS DE AUTO-AVALIAÇÃO

Quadro III

Interface gráfica, interactividade e ferramentas de exploração

Grupo III	**4. Interface gráfica**
	4.1. ZONAS DE COMUNICAÇÃO
	4.2. FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO
	5. Interactividade
	5.1. ESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO
	5.2. FEEDBACK
	5.3. GRAU DE PARTICIPAÇÃO E CONTROLO POR PARTE DO UTILIZADOR
	6. Ferramentas de exploração
	6.1. MECANISMOS DE AJUDA
	6.2. MEIOS DE NAVEGAÇÃO
	6.3. SISTEMA DE ORIENTAÇÃO
	6.4. SISTEMA DE PESQUISA
	6.5. REGISTO DE NOTAS
	6.6. IMPRESSÃO E EXPORTAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Quadro IV

Usabilidade da aplicação

Grupo IV	**7. Usabilidade**
	7.1. NECESSIDADE
	7.2. UTILIDADE
	7.3. AMIGABILIDADE
	7.4. FLEXIBILIDADE
	7.5. VERSATILIDADE
	7.6. FIABILIDADE/SOLIDEZ
	7.7. FACILIDADE DE APRENDIZAGEM
	7.8. VALOR ATRIBUÍDO AO CONTEÚDO
	7.9. SATISFAÇÃO GLOBAL
	7.10. DOCUMENTAÇÃO DE APOIO
	7.11. AVALIAÇÃO GLOBAL ENQUANTO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM

4- Resumo histórico: os sismos e os vulcões explicados pelos homens

É sempre interessante seguir o percurso das concepções, para compreender como se constrói o conhecimento científico.

Para atingir o nível de elaboração que possui nos nossos dias, o conhecimento alimentou-se, primeiro, do imaginário dos mitos e, depois, de todas as teorias sucessivas, retendo da análise dos factos somente aquilo que resistiu ao tempo e à refutação pela comunidade científica. Este conhecimento está sempre em desenvolvimento progressivo: nós não somos mais que os depositários e transmissores de um saber em evolução permanente.

Quando as crianças, hoje em dia, evocam sismos e vulcões, encontramos, à partida, os mesmos fantasmas ancestrais que estes acontecimentos sempre suscitaram. Elas vivem este longo percurso do saber, que necessitou de séculos de história, num resumo que exprime o estado actual dos conhecimentos científicos e seus modos de transmissão no quadro da escola.

Os antigos filósofos já discutiam as causas dos abalos sísmicos.

*Assim é que Tales (últimas décadas do séc.VII – 1.ª metade do séc. VI a. C.), impressionado com o mar, por ter vivido na ilha de Mileto, imaginava que a terra firme se comportava como um grande navio, boiando na imensidade das águas. Quando a agitação das águas era demasiada, geravam-se então os tremores de terra.

*Anaxágoras (séc. V a. C.), observando os fenómenos vulcânicos, admitiu, como causa dos sismos, a formação dos vapores originados do fogo central da Terra.

*Platão (427-347 a. C.) suspeitava de uma corrente de fogo no interior da Terra, como causa do vulcanismo.

*Para Aristóteles (384-322 a. C.), era o ar, retido nas profundezas terrestres, que escapava explosivamente, determinando os tremores de terra.

*Possidônio (2.º século a. C.) acreditava que o ar comprimido em cavernas subterrâneas seria a causa do vulcanismo.

*Muitos séculos após, Agrícola retoma as ideias de Anaxágoras, interpretando os sismos como vibrações produzidas pela combustão explosiva dos gases vulcânicos.

*Nas suas cartas a Tácito, *Plínio o jovem* (61-114 d. C.) conta a erupção do Vesúvio, a 24 de Agosto de 79 d. C., e a morte, nesta catástrofe, do seu tio, o sábio Plínio, o Velho. Ele faz do acontecimento uma descrição precisa, sem dúvida a primeira do género, onde os detalhes particulares da erupção são informações preciosas para os vulcanólogos modernos, preocupados em caracterizar o modo de funcionamento do vulcão.

*Durante a Idade Média, relacionava-se o fogo eterno do inferno com as profundezas da crosta terrestre.

*J. L. Buffon (1707-1788) imaginava que os vulcões seriam gigantescos fornos ligados ao mar por cavernas, permitindo, assim, a formação de grandes quantidades de vapores e gases.

*James Hutton (1726-1797) publica em 1795 na sua obra «Teoria da Terra, com provas e ilustrações», base de uma nova teoria denominada Plutonismo, dizia ser o magma o agente formador das rochas sem desprezar, contudo, a água como agente formador de outras rochas.

*Abraham G. Werner (1749-1817) defendia a teoria segundo a qual todas as rochas tinham o seu início num oceano de águas espessas e turvas que cobria a superfície da Terra. Os granitos teriam sido as primeiras rochas precipitadas dessa água primária, e as rochas vulcânicas ter-se-iam originado pela fusão local de sedimentos preexistentes, fenómeno ocorrido nas regiões vulcânicas (Werner foi inspector das fundições de Saxe e inspirou-se na fusão dos materiais nos altos fornos...).

No início do século XIX, ficou definitivamente estabelecido que os vulcões são formados quer pela acumulação externa de material magmático, quer pelo levantamento das camadas preexistentes por forças interiores.

*E. Suess (1883) advogava a ideia de que o abatimento passivo de grandes blocos da crosta faria com que o magma fosse comprimido e expulso passivamente para a superfície. Por outro lado, A. Geike (1897) postulava a possibilidade da ascensão activa de material magmático, podendo, neste processo, formar-se o conduto vulcânico de maneira explosiva.

A deriva dos continentes

*Em 6 de Janeiro de 1912, Alfred Wegener apresenta na sessão anual da União Geológica, que se realizou em Francoforte-sobre-o-Meno, uma comunicação intitulada «Ideias novas sobre a formação das grandes estruturas da superfície terrestre (continentes e oceanos) sobre bases geofísicas». A ideia de base deste trabalho era a de que os continentes estiveram em dado momento unidos, mas que depois se separaram e derivaram, à laia de jangadas, sobre o fundo oceânico, até atingirem a posição actual.

As ideias de Alfred Wegener foram discutidas durante a sua vida e, ainda depois da sua trágica morte. As suas teses foram alvo de um grande cepticismo, até que nos anos 60 as suas ideias passaram a ter uma aceitação generalizada entre a comunidade científica, em particular, por parte de geólogos e geofísicos.

Emergência de uma nova teoria: a tectónica de placas

*Foi apenas depois da segunda guerra mundial, que novas provas foram reunidas. A ideia da deriva dos continentes conheceu então um novo impulso.

- graças a um melhor conhecimento do fundo dos oceanos que permite a descoberta de uma cadeia de montanhas submarinas com cerca de 75000 km de comprimento
- graças às datações absolutas das rochas de cada lado do Atlântico
- e, sobretudo, graças aos dados do paleomagnetismo.

*Numerosos são os investigadores que contribuíram para a construção desta nova teoria.

- E. Irving, por volta de 1950, confirma a existência de movimentos continentais de grande envergadura.

- J. Tuzo Wilson supõe que no manto se geram movimentos lentos de convecção.

- M. Ewing e B. Heezen, em 1956, imaginam uma fissura longitudinal nas montanhas submarinas, pela qual a lava podia derramar-se.

- M. Tharp descobre, em 1959, a existência de um vale longitudinal, o rifte, mesmo ao meio da dorsal médio-Atlântica. B. Heezen considerou, então, que a dorsal é a cicatriz de uma abertura progressiva do rifte.

- Harry Hess, em 1960, depois de longos anos de exploração das fossas oceânicas, tem uma intuição de génio (ao mesmo tempo que um outro americano R. S. Dietz). Eles supõem que os fundos oceânicos se expandem constantemente ("sea-floor spreading") por uma subida de lavas em fusão, separam-se progressivamente nos riftes, afastando-se para um lado e outro das dorsais, depois afundam-se ao nível das grandes fossas.

-F. J. Vine aplica os métodos de pesquisa paleomagnética às rochas do fundo dos oceanos. A partir daí, tudo vai mais depressa.

- Xavier Le Pichon, aplica por cálculo, em 1968, a teoria das placas ao conjunto do globo.

Em 1970, a teoria é admitida quase unanimemente

*Eis, resumidamente, as principais teses desta nova teoria global « a tectónica de placas» que corresponde, nas Ciências da Terra, a uma mudança de paradigma.

1. Formação de uma nova crosta no fundo dos oceanos, nas dorsais.
2. Deslocamento dos fundos oceânicos por cima de uma camada mais fluida (expansão dos fundos oceânicos).
3. Eliminação da crosta oceânica por afundamento no manto (fenómeno da subducção).

A superfície da Terra encontra-se fracturada, isto é, dividida em placas rígidas e animadas de movimento – as **placas tectónicas**. Algumas destas placas suportam um oceano – são as **placas oceânicas**; outras suportam um continente e uma parte de oceano – são as **placas continentais**. Os limites entre placas podem ser:

- convergentes, quando elas se encontram em rota de colisão;
- divergentes, quando se afastam mutuamente;
- transformantes, quando as placas se movem lateralmente, ao longo de um plano de deslizamento.

As fronteiras entre as placas são zonas instáveis, onde podem surgir vulcões, produzir-se sismos e formar-se cadeias montanhosas. Assim o conceito de Tectónica de Placas permite integrar os vulcões e os sismos num modelo dinâmico global da fenomenologia geológica.

E agora ...

Actualmente, se esta teoria global é admitida, praticamente, por toda a comunidade científica, ela não pode explicar certos fenómenos vulcânicos, tais como os «pontos quentes» e a formação das «grandes províncias vulcânicas» que se podem localizar no interior das placas litosféricas, assim como, a sismicidade intraplacas. Numerosas interrogações subsistem. A teoria é, ainda, incapaz de precisar a forma, o tamanho das células de convecção e o movimento que as anima. Estudos mais recentes de tomografia sísmica em conjugação com dados da micro-reologia de minerais, supostamente existentes no manto, têm permitido compreender alguns aspectos desse movimento global do manto. Fenómenos de fusão parcial em zonas profundas do manto inferior poderão gerar «plumas térmicas» que, ascendendo até à superfície do globo, provocarão uma actividade vulcânica local designada por «ponto quente». A quantidade de lava gerada é então considerável. Será, por exemplo, o caso dos Trapps do Decão na Índia . Vincent Courtillot demonstrou, recentemente, que, nesta região, a emissão de lavas durou menos de um milhão de anos, no fim da era Secundária.

5- Vulcanismo e construção de vulcões

Quando, repetidamente, se produz extrusão ígnea através de uma abertura chamada *chaminé vulcânica* – ou de chaminés agrupadas muito próximo umas das outras-, a matéria ígnea acumula-se num montículo ou pico. Tais acumulações centralizadas designam-se, genericamente, por *vulcões*. É muito ampla a gama de tamanhos e formas dos vulcões, bem como as rochas extrusivas com as quais aqueles são construídos. O termo vulcanismo compreende todas as formas de emissão de gases e vapores e, sobretudo, de escoadas de lava e tefra, chamadas *erupções vulcânicas*. Fisiograficamente, tais fenómenos traduzem-se pela construção de edifícios vulcânicos das mais variadas formas, de que os cones vulcânicos são a forma mais emblemática.

Considera-se que as pressões de gás, extremamente elevadas, que determinam a emissão de grandes quantidades de lava e tefra, se desenvolvam num depósito magmático, situado talvez a 3 ou 5 km abaixo do vulcão. Aqui, o magma encontra-se num processo de arrefecimento lento e de cristalização parcial. Conforme avança a cristalização, a água contida na mistura fundida aumenta a sua proporção na solução restante, o que determina um enorme aumento da pressão. Julga-se que esta elevação da pressão é de uma ordem de magnitude que torna o magma capaz de provocar facilmente uma explosão vulcânica. A experimentação, em laboratório, sobre o arrefecimento de misturas de silicatos fundidos lança alguma luz sobre este processo.

O gás magmático pode escapar mais facilmente das lavas básicas que das lavas ácidas, de viscosidade mais alta. Por conseguinte, as lavas ácidas retêm os gases e são as mais explosivas. As lavas ácidas, mais viscosas, solidificam também mais rapidamente e, por isso, amontoam-se em grandes massas de ladeiras abruptas junto à chaminé. Além disso, os magmas ácidos tendem a obstruir o canal (chaminé) ao arrefecer. Actividade vulcânica posterior, impedida de extravasar, exercerá uma pressão crescente. Vencida a resistência, a erupção será, então, extremamente violenta e poderá destruir o vulcão.

Os fragmentos mais grosseiros de tefra, lançados por uma chaminé, caem perto e edificam ladeiras abruptas de consistência solta, que mantêm um ângulo de equilíbrio, que tende a decrescer de forma contínua do topo para a base. Isto contribui

para a regularidade e perfeição da forma cónica do vulcão, cuja abertura no topo, a cratera vulcânica, adquire a forma de tigela.

As variedades de vulcões abarcam toda uma série que vai desde os formados quase integralmente de lavas muito fluidas aos feitos totalmente de tefra. Em geral, a forma de um vulcão depende da viscosidade da lava e da quantidade de gases sob pressão presentes.

5.1- Materiais piroclásticos

Um tipo de produto vulcânico, completamente diferente das escoadas de lava, é o dos *materiais piroclásticos*. São constituídos por *piroclastos* (do grego *pyros*, fogo e *klastos*, quebrado), ou seja, por fragmentos de lava e/ou de rochas destacados do aparelho vulcânico, devido à pressão de gases presentes no magma que se expandem rapidamente. Arremessados ao ar, os fragmentos piroclásticos são sólidos ou encontram-se, ainda, num estado pastoso.

Os piroclastos classificam-se de acordo com o tamanho dos fragmentos. Os maiores são enormes blocos maciços e os menores podem ser tão pequenos como o pó mais fino. Massas fusiformes ou esféricas, que podem atingir 30 ou mais centímetros de diâmetro, resultam da solidificação de porções de lava fluída, arremessadas ao ar, a grande altura. Se estas porções de lava consolidada têm diâmetro superior ao de uma noz, chamam-se *bombas vulcânicas*. As partículas menores de lava consolidada, de diâmetro compreendido entre 4 e 25 mm, designam-se *lapilli*. As partículas inferiores a 4 mm constituem a *cinza vulcânica*. Com a diminuição de tamanho, passa-se das partículas de cinza às de fino pó vulcânico, que pode ser transportado ao longo de milhares de quilómetros, através da alta atmosfera. Um exame microscópico revelará que as partículas de cinza fina têm a forma de diminutas agulhas (fragmentos angulosos) de vidro vulcânico.

O termo *tefra*, usado pelos geólogos, como expressão geral, torna-se conveniente para descrever todas as variedades e tamanhos de materiais piroclásticos. Assim, todo o material ígneo extrusivo (excepto os gases) é lava, tefra ou uma combinação de ambas.

5.2- Erupções vulcânicas

As erupções são de tipo variado. Têm sido propostas classificações, mas não há categorias delimitadas e estanques, até porque o mesmo vulcão pode manifestar actividade de tipos diversos. As características dependem dos teores de água e de sílica (SiO_2). Teores de sílica elevados correspondem a magmas mais viscosos, enquanto o vapor de água desempenha um papel muito importante, porque dele depende a capacidade explosiva.

Três factores fundamentais controlam as quantidades de vapor de água: acréscimo de temperatura, decréscimo de pressão e presença de constituintes que baixam o ponto de fusão.

Têm sido definidos vários tipos de erupção, a saber:

- Erupção efusiva (tipo hawaiano)
- Erupção explosiva
- Erupções submarinas
- Erupções do tipo estromboliano
- Erupções do tipo pliniano
- Erupções com emissão de nuvens ardentes - tipo peleano
- Erupções com explosão paroxismal
- Vulcanismo fissural - erupções originando mantos basálticos.
- Torrentes de cinzas.

Erupção efusiva (tipo hawaiano)

Corresponde à efusão de lavas oriundas do manto, com baixo teor de sílica e a altas temperaturas, muito fluidas. O derrame começa pela parte superior da câmara magmática. Depois, o aumento de pressão (devido à subsidência da parte superior e ao peso da coluna de magma) obriga o magma a infiltrar-se ao longo de fissuras nos flancos do vulcão.

Um dos poucos representantes é o Mauna Loa, de que o vulcão Kilauea é uma cratera lateral, na ilha do Havaí. O Mauna Loa tem uma forma característica, determinada pela sua topografia suave. Os vulcões com este formato dizem-se ser do

tipo "escudo". A sua cratera é colossal, tipo caldeira de abatimento, possuindo 6 km por 3 km e de profundidade muito variável. No seu interior acha-se o lago constituído de lava incandescente, com uma temperatura de cerca de 1050° C na superfície.

Em certos lugares, a lava consolida-se superficialmente, formando verdadeiras ilhas de formas irregulares, no meio da lava, na qual se formam gigantescas bolhas de gases, que se desprendem numa verdadeira fervura explosiva. Ocasionalmente, a lava muito fluida sobe, preenche todo o lago e começa a transbordar em forma de derramamento fluido e rápido. Contudo, o nível baixa com relativa rapidez, permanecendo apenas alguns lagos no fundo. Como a lava é muito fluida, os derrames podem atingir grandes distâncias, como os derrames centrais do Mauna Loa e do Kilauea.

Erupção explosiva

No início de muitas erupções, uma coluna ascendente de magma aquece as rochas junto do nível freático; as rochas estalam, havendo acréscimo do número de fissuras. Forma-se vapor de água sobreaquecido A pressão aumenta, podendo atingir valores tão elevados que o vapor irrompe explosivamente à superfície, expelindo rochas, através de uma cratera antes obstruída e/ou de crateras nos flancos.

A erupção progride, com mais fracturação por dilatação térmica de rochas sobreaquecidas, expondo áreas cada vez maiores e aumentando a quantidade de vapor.

Erupções submarinas

A pequena profundidade, são violentas, devido à explosão quando o magma contacta com a água. São emitidas nuvens de vapor e cinzas, às vezes, também, massas flutuantes de pedra-pomes.

Os produtos expelidos podem constituir cones vulcânicos; havendo derrames de lavas que os consolidem e protejam, os cones formados podem resistir à erosão e dar origem a ilhas.

A profundidades maiores, excedendo uns 300 metros, a pressão exercida pela água é suficiente para manter em solução gases e vapores; as erupções não são detectadas à superfície. Formam-se lavas "em almofada".

Este tipo de actividade vulcânica foi muito frequente, como se pode deduzir das actividades submarinas do passado, hoje acessíveis ao nosso estudo. São, porém, de difícil observação directa, pelo facto das actividades vulcânicas terem ocorrido no fundo do mar. As efusões a grande profundidade parecem realizar-se tranquilamente, pois, abaixo de 2000 m, a pressão hidrostática é maior do que a pressão crítica da água, não sendo possível a formação de vapores. Em alguns casos, todavia, verificam-se movimentos sísmicos, aquecimento da água, exalações e, às vezes, aparecimento de ilhas temporárias.

Uma destas ocorrências deu-se no dia 28 de Setembro de 1957, no arquipélago dos Açores. Inicialmente, houve ligeiros tremores de terra, que foram seguidos de um violento terramoto que destruiu a aldeia de Capelo, no Faial, semeando grande pânico entre os seus habitantes. A cerca de 350 metros deste local, o mar começou a ferver, surgindo entre chamas e vapores uma grande coluna de fumaças e escórias. Após nove dias desta actividade, a direcção do vento mudou, resultando o sepultamento da aldeia de Capelo, já abandonada pelos seus habitantes. Em três semanas apenas, a ilha recém--formada atingiu a altura de 200 metros acima do nível do mar. Após um mês apenas, a actividade cessou, sendo a ilha vulcânica rapidamente destruída pelo embate das ondas.

A actividade submarina é caracterizada por uma lava com uma forma *sui generis*, denominada pelos ingleses por "pillow lava", ou seja lava "em almofada". Trata-se de uma estrutura curiosa, formada como o nome indica, por blocos arredondados e empilhados, à maneira de sacos, habitualmente, com cerca de meio metro de diâmetro. Estes blocos de lava acham-se ligados entre si por anastomoses tubulares que estabelecem uma verdadeira comunicação entre diferentes blocos.

A formação destes sacos de lava é explicada da seguinte maneira: durante a subida subaquática de lava, dá-se a consolidação rápida da sua superfície, formando-se uma verdadeira crosta, enquanto que o interior permanece no estado de fusão. Graças à fluidez da lava (que é sempre de natureza basáltica, no caso desta peculiar estrutura) e à pressão interna dos gases nela contidos, rompe-se a casca consolidada e novo bloco se

forma, à maneira de um rebento que cresce à custa do preexistente já formado. Tais blocos, depois de consolidados, mostram-se com uma estrutura radial interna devido ao escape dos gases, que se dá em todas as direcções.

Erupção de tipo estromboliano

Tratando-se de magma viscoso, os gases tendem a escapar espasmodicamente, projectando blocos de rochas ou bombas, ainda em fusão. A explosão de magmas muito viscosos pode assumir grande violência, com projecções de blocos e outros materiais a grande distância. Como exemplo típico, refere-se, habitualmente, o vulcão Stromboli, Itália.

Às vezes, estas actividades explosivas manifestam-se de maneira rítmica. Assim, por exemplo, o Stromboli inicia-as com uma emanação de vapores, projectando a seguir, por meio de explosões suaves, fragmentos de lava, que caem novamente dentro da cratera, voltando ao período de calma. Pouco tempo depois (cerca de 15 minutos) repete-se este mesmo ciclo, que dura, apenas, 1 a 2 minutos. É digno de nota o facto de a cratera do Stromboli estar sempre cheia de lavas incandescentes, desde os tempos históricos, motivo pelo qual este vulcão é chamado de Farol do Mediterrâneo.

Erupções de tipo pliniano

Ocorrem quando há explosão de magma viscoso, particularmente rico de gases, a profundidade considerável, no interior do vulcão. A chaminé comporta-se, no caso, como o cano de uma arma de fogo. Explosões de grande violência resultam na saída de gases com velocidades que podem aproximar-se do dobro da do som. Formam-se colunas verticais excedendo 30 km de altura. Acumulam-se enormes quantidades de cinzas na região periférica.

Como exemplo, pode citar-se a erupção do Vesúvio em 79 a.C. que destruiu Pompeia e Herculanum, matando numerosas pessoas, entre as quais o célebre naturalista Plínio, o Velho.

Erupções com emissão de nuvens ardentes - tipo peleano

A situação é diferente, quando magmas viscosos, ricos de gases, intervêm em erupções a pressão relativamente baixa. Podem ser emitidas nuvens incandescentes, constituídas por uma suspensão de cinzas e pedra-pomes, sobreaquecidas numa matriz

de ar e gases emanados do vulcão. Estas nuvens, densas e a temperaturas muito elevadas, descem em turbilhão ao longo das encostas, como se se tratasse de avalanches. Podem ocorrer isoladamente ou nos estádios terminais de erupções violentas.

A explicação para este fenómeno é a seguinte: as partículas e fragmentos de lava viscosa e incandescente, de tamanho variável, encontram-se envolvidos por uma verdadeira auréola de gases superaquecidos, em expansão. Esta auréola ao redor dos fragmentos impede que estes se toquem, mantendo-os afastados. Graças ao peso dos fragmentos nestas condições, como que lubrificados pela auréola gasosa, verifica-se uma verdadeira avalanche, que desce violentamente e com grande rapidez, pois a fluidez deste sistema é comparável à fluidez dos gases.

Quando há emissão na vertical, a velocidade das avalanches é a que resulta da acção da gravidade, raramente mais de 150 quilómetros por hora; porém, no caso de emissões laterais, a velocidade inicial pode atingir valores de 480 quilómetros por hora. As consequências podem ser extremamente gravosas, como aconteceu em 1902, com a destruição da cidade de Saint Pierre, na Martinica, devido à erupção da Montanha Pelada.

Das nuvens ardentes resultam rochas (**ignimbritos**) formadas pela acumulação de restos fragmentários de lavas ácidas soldados a quente, conservando fragmentos vítreos, compactos, podendo cobrir dezenas de milhar de quilómetros quadrados.

Erupções com explosão paroxismal

Há casos de erupções de extraordinária violência, como a erupção do Cracatoa (Indonésia) em 1883, ou o da ilha de Santorini, na Grécia, (cerca de 1450 a.C.).

Correspondem a enormes explosões de magma viscoso, submetido a elevadas pressões, contido em reservatórios pouco profundos. Ocorrem fenómenos atrás descritos: colunas de cinzas de tipo pliniano, violentamente expelidas até à estratosfera; nuvens ardentes varrendo, ao descerem, tudo o que esteja no seu percurso; emissão de quilómetros cúbicos de projecções, cobrindo vastas áreas. Em seguida, pode abater o vulcão na própria câmara magmática, em grande parte esvaziada pela erupção. Daqui resulta a formação de depressões com dimensões de vários quilómetros, as caldeiras, excedendo largamente as da(s) cratera(s), estas de tamanho pouco diferente do calibre

da chaminé. As caldeiras podem dar lugar à formação de lagos, ou ficar submersas no mar.

Talvez, a mais famosa das ocorrências deste tipo seja a destruição explosiva, em 1883, do Cracatoa. Calcula-se que uns 80 km^3 de rocha desapareceram do vulcão. O cone foi demolido, restando uma caldeira de cerca de 6 km de diâmetro. Acredita-se que grande parte deste material tenha desaparecido, por subsidência numa cavidade deixada (abandonada) pela emissão de magma. Contudo, quantidades enormes de poeiras vulcânicas e pedra-pomes espalharam-se por todo o lado. A explosão produziu uma grande vaga sísmica (um tsunami) que causou a morte de muitos milhares de habitantes das zonas costeiras das ilhas de Java e Sumatra.

Em 1912, outra explosão deste tipo demoliu o vulcão Katmai, na península de Alaska, e originou uma caldeira de 5 km de largura e 500 a 1000 m de profundidade. No Alaska, em Kodiak, distante 160 km , a chuva de cinza desta explosão ocasionou um depósito com 25 cm de altura; e o estrondo da explosão chegou a ouvir-se em Juneau, que está a 120 km.

Vulcanismo fissural - erupções originando mantos basálticos

Embora não tenham sido observados, houve, no decurso da História da Terra ainda antes do período histórico, enormes derrames de lavas muito fluidas, provenientes do topo do manto. Quando, devido a tensões, se abrem fissuras na crosta, o magma ascende à superfície. Podem ser expelidos muitos quilómetros cúbicos por dia, originando mantos lávicos com centenas de milhar de quilómetros quadrados (Decão, Índia; NW dos Estados Unidos; etc.). A espessura pode exceder 1 quilómetro. Esta modalidade de vulcanismo está relacionada com situações de distensão da crosta.

Actualmente , a Islândia é sede de tais manifestações. Conhece-se, nesta ilha, a fenda *Eldgja*, que possui 30 km de extensão, formada no século X, assim como a fenda *Laki*, de 25 km de comprimento, que se formou em 1783. Ao longo desta, subiu uma massa colossal de 12 km^3 de lava, que se derramou sobre uma área de 565 km^2. Sobre a gigantesca fractura alinham-se várias crateras individualizadas.

Torrentes de cinzas

Outra forma de vulcanismo, que, também, assume proporções gigantescas, consiste na génese de uma enorme câmara magmática que, progressivamente, exerce uma acção de sapa na crosta terrestre. A câmara fica coberta por um tecto que, ao fracturar, provoca uma enorme explosão pliniana. Desta resultam fracturas anelares. Os gases em expansão arrastam, turbulentamente, partículas de pedra-pomes e cinzas, expelidas através daquelas fracturas. A acumulação pode ser feita em enorme quantidade, do que resulta a espessa cobertura da região. O colapso do tecto dá origem a uma caldeira.

5.3- Distribuição geográfica dos vulcões

A repartição dos vulcões não é aleatória, pois concentram-se em regiões vastas, mas ainda assim limitadas. A sua incidência é explicável à luz da teoria da tectónica de placas.

Quanto à situação relativamente às placas litosféricas, os casos mais notáveis são:

- o vulcanismo associado às dorsais oceânicas
- o vulcanismo relacionado com pontos quentes («hot spots»)
- o vulcanismo em zonas de subducção/margem activa, envolvendo também a crosta continental.

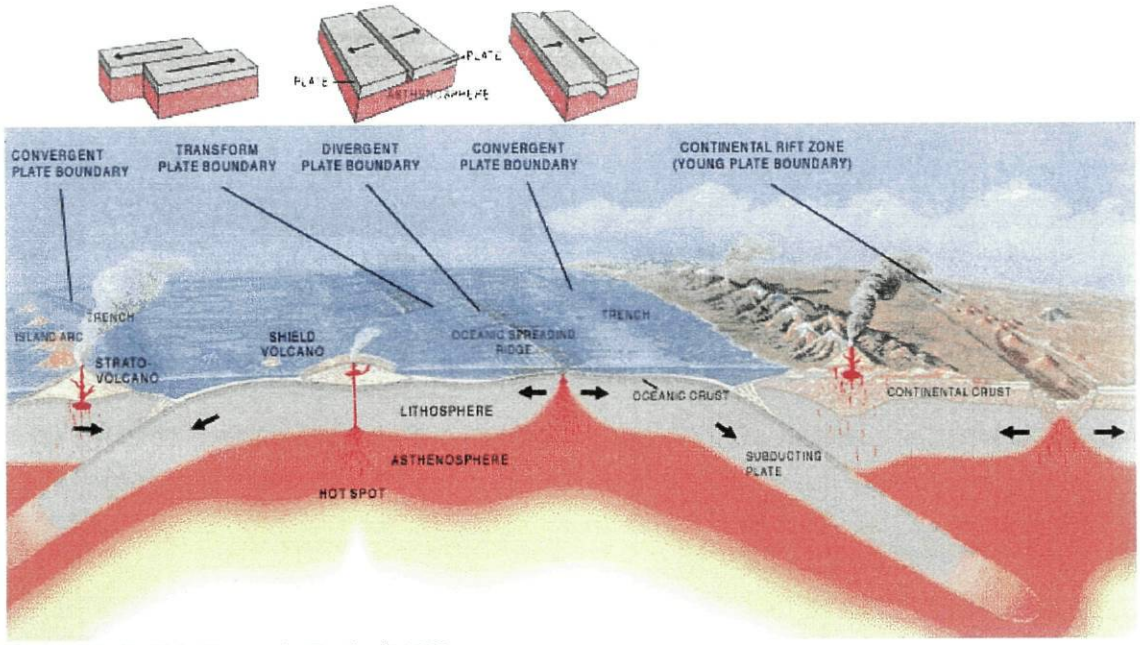
O caso mais importante é o do vulcanismo ao longo das dorsais oceânicas. Daí resulta acreção e expansão da crosta oceânica, compensando porções da crosta destruídas por subducção. Magma proveniente do manto ascende periodicamente através de fissuras, constituindo um sistema com milhares de quilómetros. Obviamente, há distensão acompanhando os riftes. A composição das lavas é basáltica; em consequência do rápido arrefecimento, surgem lavas em almofada, características de derrames submarinos.

Semelhantemente, há vulcanismo associado a riftes subaéreos (por exemplo, na África oriental), embora o desenvolvimento não tenha ainda atingido o correspondente aos riftes oceânicos.

Também tem interesse considerável o vulcanismo relacionado com pontos quentes. Admite-se que o magma provém do manto, a grande profundidade, perto do núcleo. O aquecimento de rochas do manto, nas proximidades do núcleo, provoca a diminuição da sua densidade, o que lhes permite ascender para níveis menos profundos; em consequência, a pressão exercida pelas rochas sobrejacentes vai diminuindo, o que faz baixar a temperatura de fusão das rochas, que se tornam cada vez mais pastosas, facilitando a sua ascensão em direcção à superfície terrestre.

Estima-se que esse movimento de ascensão seja da ordem da dezena do centímetro por ano. No local onde estas plumas atingem a litosfera, o fluxo torna-se horizontal, divergindo em todas as direcções, formando-se um ponto quente com actividade vulcânica que, escoada após escoada, origina um vulcão – vulcanismo dos pontos quentes. A pluma seria fixa e a placa litosférica, deslocando-se relativamente a ela, dará lugar a um rasto de vulcões extintos.

Ainda outro caso importante diz respeito a zonas de subducção, com que também estão relacionadas cadeias de montanhas (Andes, por exemplo). Da contaminação com a crosta continental, resulta enriquecimento de sílica, alumina e álcalis, e diminuição dos teores de ferro e magnésio; o vulcanismo tem, então, um carácter andesítico.



Fonte: Vigil, This Dynamic Earth, (1999)

Fig.2– Tipos de vulcanismo, da esquerda para a direita:

(a) colisão de duas placas na parte média de um oceano, com subducção da mais fina e densa; da fusão de matéria resulta magma, que dá origem a arcos de ilhas;

(b) vulcanismo intra-placa, em pontos quentes («hot spots») onde ascendem «plumas» de material superaquecido das profundezas do manto; à medida que a placa se desloca, sobre o ponto quente, estacionário, surge uma cadeia de vulcões, que se vão extinguindo (ex., Havai);

(c) quando duas placas estão em vias de separação ao longo de um rifte oceânico, há ascensão intermitente de magma basáltico através de fissuras submarinas, com milhares de quilómetros; nova crosta, criada pelas erupções, substitui a que foi destruída por subducção;

(d) quando uma placa oceânica mergulha sob outra continental (mais espessa e menos densa) origina uma cadeia costeira (Andes, por exemplo) – tais cadeias estão afastadas mais de 150 km da fossa de subducção, directamente em cima de fontes de magmas (andesíticos, por contaminação com crosta continental), a profundidade de mais de 100 km;

(e) vulcões em vales do tipo rifte, tais como os da África Oriental, percursores dos riftes médio-oceânicos. À medida que uma placa continental se divide, os blocos crostais abatem, havendo extrusão de magma ao longo das fracturas e formando-se vulcões ao longo do fundo do rifte.

6- Ondas sísmicas e estrutura da Terra

Os tremores de terra naturais, causados pela passagem de vibrações elásticas através das rochas, constituem um dos mais terríveis fenómenos naturais, quer pela sua grande capacidade de destruição, quer pela sua imprevisibilidade, no estado actual dos conhecimentos.

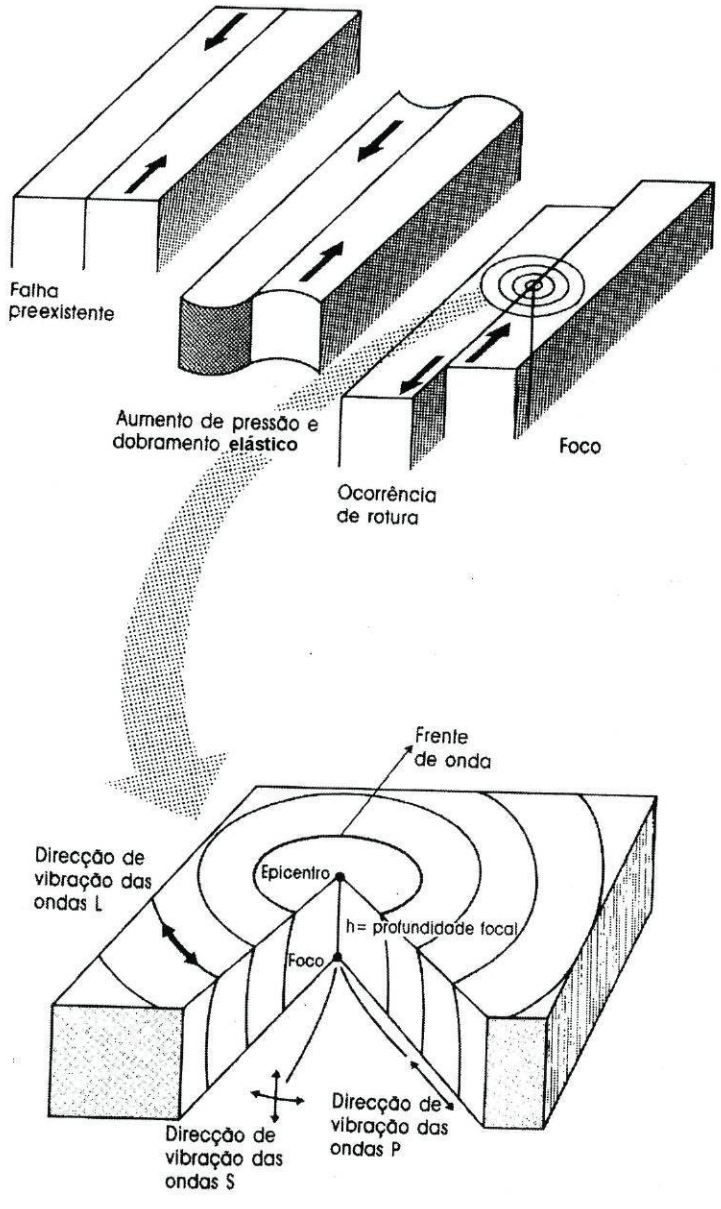
Estima-se que, nos últimos 4000 anos de história da humanidade, tenham morrido mais de 14 milhões de pessoas, em consequência de sismos devastadores que infligiram danos incalculáveis.

Em contrapartida, o estudo dos mecanismos de geração, modo de propagação e comportamento das ondas sísmicas revelou-se um dos melhores instrumentos de investigação do interior do globo, devendo-se-lhe a maior parte dos conhecimentos que hoje possuímos sobre a estrutura e composição do nosso planeta.

6.1- Origem e propagação das ondas sísmicas

Embora se possam apontar várias causas para os sismos naturais (queda e abatimentos de materiais, explosões vulcânicas, etc.), a maior parte dos sismos é gerada no interior do globo, como consequência de roturas ou ajustamentos súbitos de rochas sujeitas a grandes tensões acumuladas – **causas tectónicas**.

Como consequência do deslizamento geral da litosfera, muitos sismos são gerados em sectores de falhas já existentes (falhas activas); nestas, o deslizamento não ocorre regular e continuamente, devido à coesão das partículas das rochas ao longo dos lábios da falha, e assim se permite a acumulação de tensões muito elevadas. Quando os limites de resistência das rochas são ultrapassados, enormes quantidades de energia são bruscamente libertas, propagando-se a partir do *foco* em todas as direcções, sob a forma de ondas sísmicas (Fig. 3).



Fonte: Brandão (1991)

Fig. 3 – Mecanismo de geração de um sismo ao longo de uma falha activa

Muitas vezes, as grandes roturas das rochas da crosta são precedidas por pequenos abalos sísmicos, ditos por isso **abalos premonitórios**, que prenunciam um grande abalo. As **réplicas**, sismos de menor intensidade que a do abalo principal, podem suceder-se àquele, durante os dias ou mesmo semanas seguintes; são normalmente interpretados como resultado dos naturais movimentos de reajustamento das rochas às novas situações, após a rotura.

A passagem das ondas sísmicas pode ser captada e registada pelos **sismógrafos**, aparelhos cujo funcionamento se resume na figura 4. Os registos produzidos designam-se por **sismogramas**.

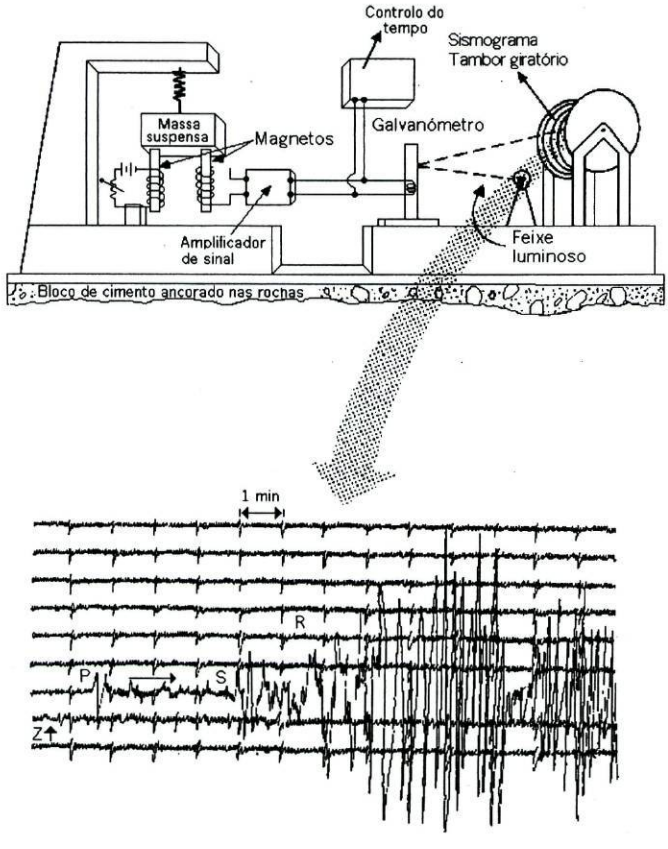


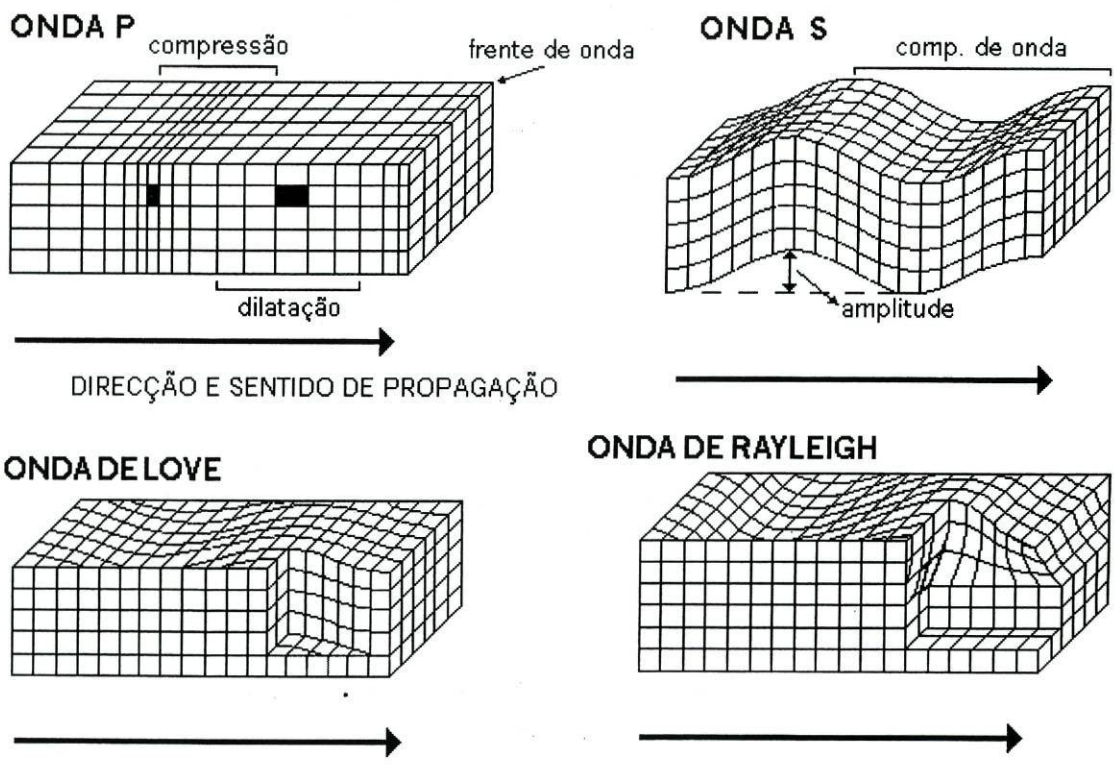
Fig. 4- O princípio de funcionamento dos sismógrafos baseia-se na inércia de uma grande massa, suspensa, enquanto que as outras partes do aparelho vibram com o solo. Esse movimento relativo é convertido e amplificado electronicamente e transmitido a um sistema de registo (tambor giratório) onde se imprime o sismograma.

Fonte: Brandão (1991)

Nas estações geofísicas, são utilizados, simultaneamente, três sismógrafos. Dois deles destinam-se à medição de duas componentes horizontais, perpendiculares entre si, do movimento (norte/sul e leste/oeste) e o terceiro à componente vertical.

Na análise dos sismogramas, considera-se a existência de três tipos de ondas fundamentais, que se podem distinguir quer pela *amplitude* e *comprimento de onda*, quer pelos *tempos de percurso* (Fig. 5):

- **Ondas P, primárias ou longitudinais**, que se transmitem por movimentos de compressão e distensão, sendo por isso as mais rápidas;
- **Ondas S, secundárias ou transversais**, mais lentas do que as P e que se transmitem vibrando as partículas perpendicularmente à direcção de propagação;
- **Ondas superficiais**, as mais lentas e que se formam e propagam à superfície. Têm grande amplitude e são as principais responsáveis pelas destruições provocadas nos tremores de terra. Distinguem-se, nelas, as ondas de Love e as ondas de Rayleigh, também chamadas ondas de torção.



Fonte: Brandão (1991)

Fig. 5 – Esquemas representativos dos vários tipos de ondas sísmicas

6.2-. Intensidade e magnitude de um sismo

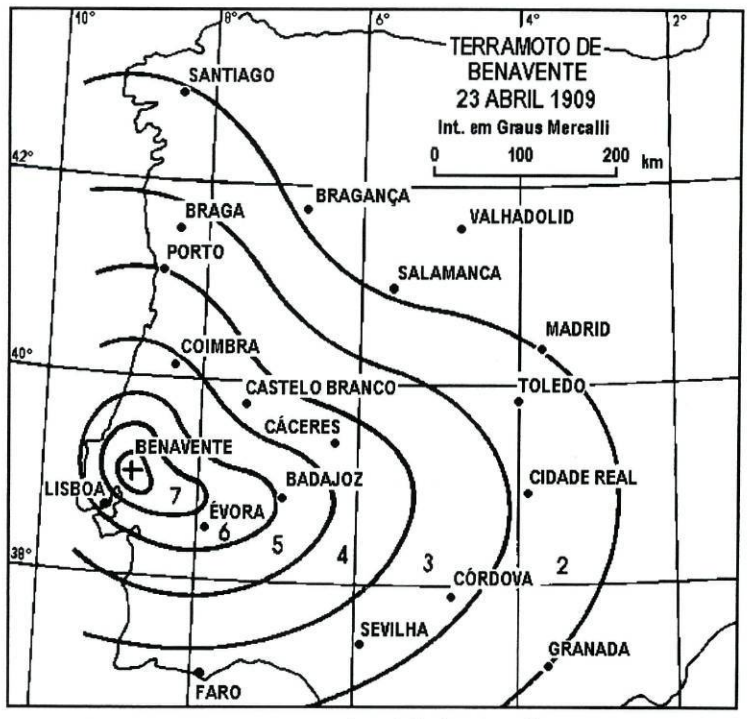
Independentemente de factores de ordem social e demográfica, a intensidade de um sismo depende fundamentalmente:

- da **quantidade de energia libertada no foco**, sendo um sismo tanto mais intenso quanto maior a quantidade de energia libertada;
- da **profundidade do foco**, na medida em que a capacidade vibratória das ondas sísmicas internas (P e S) diminui à medida que elas se afastam do seu ponto de origem, diminuindo, também, a intensidade sísmica.
- da **distância ao epicentro**, na medida em que a capacidade vibratória das ondas sísmicas superficiais (de Love e de Rayleigh) diminui à medida que elas se afastam do seu ponto de origem, diminuindo, também, a intensidade sísmica;
- da **natureza do subsolo**, isto é, da resposta das rochas (compactas ou não consolidadas, como é o caso das areias e das argilas) que constituem o solo, à passagem das ondas sísmicas; a possível fluidização das rochas é um factor de grande instabilidade.

A apreciação dos efeitos dos sismos sobre as comunidades e, em particular, sobre as construções, é expressa em **graus** de uma escala-padrão. Ao longo dos anos, têm sido usadas várias escalas, mas, no sentido de uniformizar a troca de informação internacional, a mais utilizada presentemente é a **escala de Mercalli** modificada, também conhecida por escala internacional.

Apesar da subjectividade que lhe está inerente, a intensidade é, no entanto, uma noção bastante útil para descrever os efeitos de um sismo, se aplicada criteriosamente a uma dada área. É um elemento importante para o estabelecimento de normas construtivas e avaliação de risco sísmico. Além disso, o lançamento dos valores da intensidade sísmica em cartas geográficas permite a obtenção de **cartas de isossistas**, unindo com linhas os pontos de igual valor.

As irregularidades do traçado das isossistas fornecem importantes indicações sobre o substrato rochoso, do ponto de vista da estrutura e natureza dos materiais que o constituem.

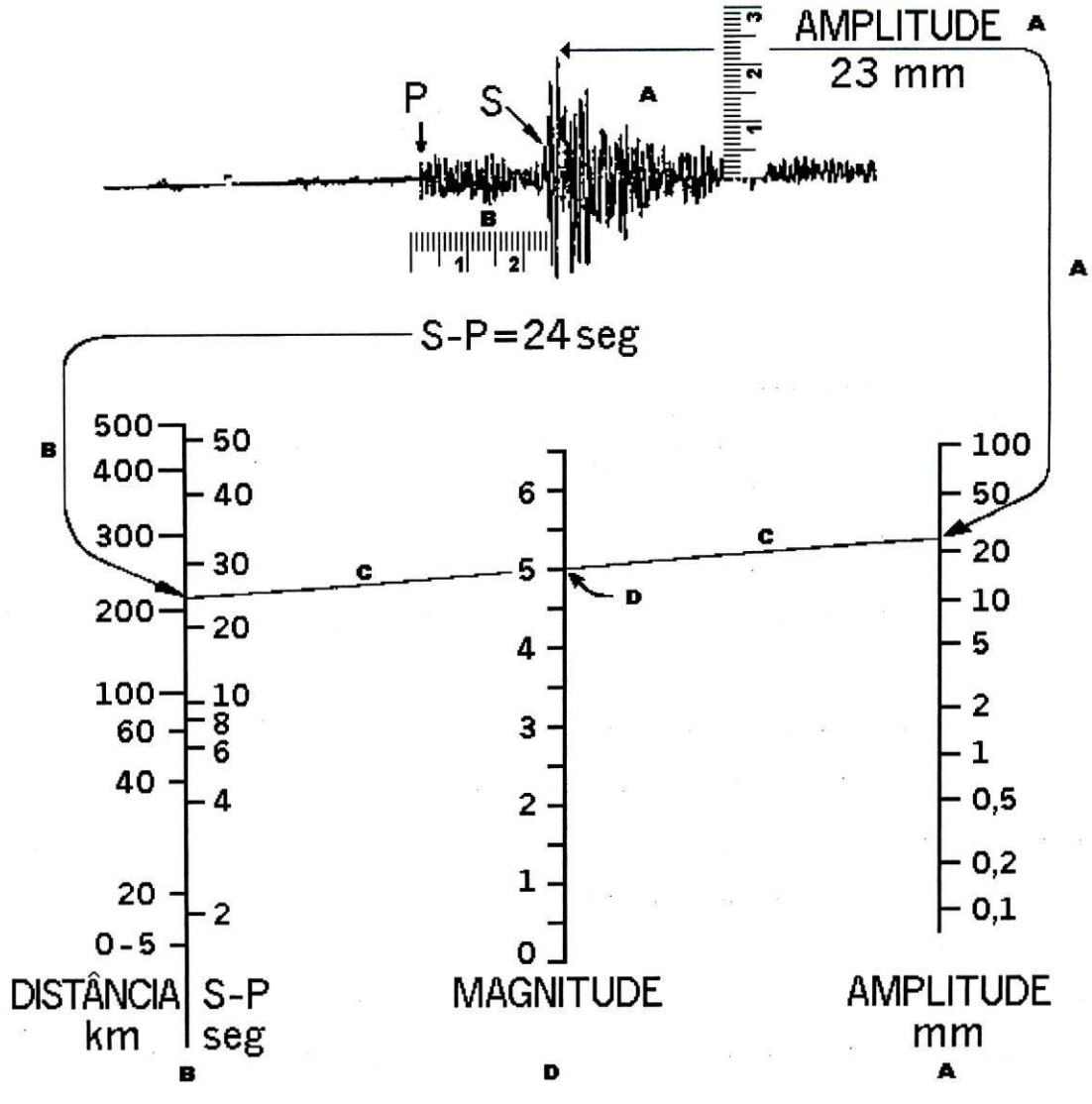


Fonte: Machado (1970)

Fig. 6 – Carta de isossistas do terramoto de Benavente (1909)

A escala de Mercalli tem sido preterida por outra, a de Richter, mais rigorosa. Expressa-se numa **magnitude**: para um dado sismo, a magnitude é o logaritmo decimal da amplitude máxima A (em micra) medida num sismograma obtido mediante um sismógrafo calibrado em função da distância ao epicentro. Em geral, M = log A/T + f( ) sendo A, a amplitude; T, o período, em segundos; f( ), um termo empírico que compensa o amortecimento do sinal sísmico em função de .

Na figura 7 ilustra-se o procedimento gráfico para o cálculo da magnitude de um sismo.



Fonte: Strahler (1992)

Fig. 7-Método de Richter para determinação da magnitude.

A – Medição da amplitude da maior onda

B – Introdução da distância epicentral

C – União dos dois pontos com um segmento

D – Leitura da magnitude na escala central

A **escala de Richter** é uma escala aberta, quer inferior quer superiormente. A escala é logarítmica, o que significa que a subida de uma unidade no valor da magnitude corresponde a uma libertação de energia 10 vezes maior da que no sismo de menor magnitude.

A relação entre a magnitude e a quantidade de energia liberta no foco pode determinar-se com a relação

$\log E = 11,8 + 1,5\ M$

sendo E, a energia expressa em *erg* e M, a magnitude na escala de Richter.

Não se pode relacionar directamente a magnitude de um sismo com a sua intensidade, pois esta corresponde a uma apreciação qualitativa dos estragos causados, o que, na maior parte dos casos, está mais condicionado pelas *condições geológicas* locais e *qualidade da construção*, do que propriamente com a energia sísmica libertada.

O quadro seguinte faz uma análise comparada das escalas de Richter e de Mercalli. Esta comparação é feita para áreas populacionais com construção moderna e, mesmo assim, não passa de uma tentativa meramente aproximativa.

Quadro V – Escala de magnitude de Richter comparada com a das intensidades

ESCALA DE RICHTER	ESCALA DE MERCALLI	N.º DE SISMOS POR ANO	ENERGIA LIBERTADA
< 3,4	I	2800 000	0,5 kg TNT
3,5-4,2	II e III	30 000	
4,3-4,8	IV	4800	
4,9-5,4	V	1400	Pequena bomba atómica (20 000 toneladas de TNT)
5,5-6,1	VI e VII	500	
6,2-6,95	VIII e IX	100	Bomba de hidrogénio (1 megaton)
7,0-7,3	X	15	
7,4-7,9	XI	4	
>8	XII	1 entre 5 e 10 anos	60 000 bombas de 1 megaton

Fonte: Wyllie (1995)

6.3- Sismicidade do globo

A sismicidade de uma região pode avaliar-se pelo número de sismos sentidos durante um determinado período de tempo e pela sua magnitude.

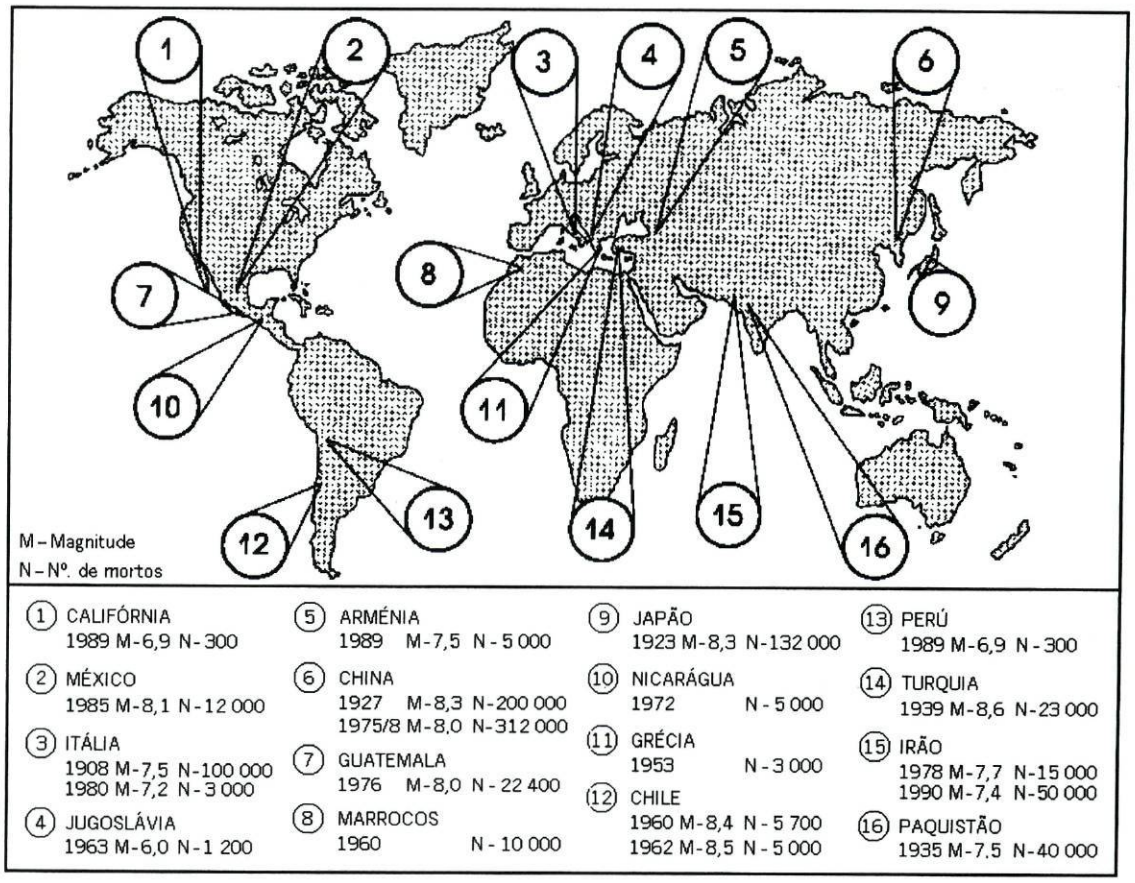
O conhecimento da sismicidade é fundamental, não só do ponto de vista do conhecimento das macro-estruturas geológicas, como também necessário para o estabelecimento de medidas de prevenção adequadas ao risco sísmico das várias zonas do globo.

Todos os anos são detectados perto de um milhão de sismos, de intensidades muito variadas, e cujos epicentros são determinados e lançados em mapas que se designam por **cartas de sismicidade**.

A observação deste tipo de cartas à escala do globo (Fig. 8) mostra que os sismos não ocorrem duma forma dispersa, mas tendem a ocorrer ao longo de faixas preferenciais.

A principal área sísmica do globo situa-se em torno do Oceano Pacífico, abrangendo, a oeste, os conjuntos de ilhas que se estendem das Curilhas à Nova Caledónia, e a leste, os conjuntos de montanhas que bordam o continente americano. A cintura Alpino-himalaica é, também, uma importante zona de geração de sismos, englobando o Mediterrâneo e a Ásia Menor. Seguem-se as zonas oceânicas correspondentes às grandes cristas mesoceânicas do Atlântico, Índico e Pacífico.

Os sismos são, na sua maioria, **superficiais**, isto é, os focos situam-se até profundidades de 70 km; no entanto, e particularmente na cintura Pacífica, têm sido registados muitos sismos de **foco intermédio** (70 a 300 km) ou mesmo **profundos** (até 700 km).



Fonte: Brandão (1991)

Fig. 8 - Principais zonas sísmicas do globo, com alguns sismos de grande magnitude e respectivo número de vítimas.

6.4- Controlo e prevenção dos sismos

Quando nos finais do século XVIII, as comunidades humanas começaram a encarar os tremores de terra como fenómenos naturais, em vez de punições de Deus pelos seus pecados, começou-se a procurar métodos e meios de evitar, ou pelo menos reduzir, os estragos causados pelos súbitos movimentos da crosta terrestre.

Assim, durante mais dois séculos, e parafraseando o arquitecto americano Christopher Arnold «construímos edifícios tão robustos quanto a economia nos permitia e fixámo-nos fortemente ao solo, tentando equipar-nos para uma luta corpo a corpo contra a natureza.»

Quando a terra treme, há uma grande quantidade de energia que é transmitida e que tem de ser suportada pela estrutura dos edifícios implantados na crosta terrestre.

Há já muito tempo que os arquitectos reconheceram que, quanto maior for a quantidade dessa energia dissipada noutro local, tanto menor será a resistência que é necessário criar na construção das estruturas para que resistam a fenómenos sísmicos. Quanto mais rígido for um edifício, mais violentamente será abalado por um tremor de terra, dado que ele segue os movimentos do solo e, portanto, mais possibilidade terá de ser danificado ou destruído – é o que tem acontecido com edifícios de alvenaria em todos os grandes tremores de terra.

Mas uma estrutura flexível, que se deforma elasticamente em vez de se manter rígida e, consequentemente, transforme parte da energia transmitida pelo tremor de terra em energia gasta no movimento de flexão, tem uma maior probabilidade de sobrevivência, como tem sido amplamente demonstrado, em tremores de terra recentes, pelos edifícios flexíveis e com estruturas de aço, que ficam intactos.

No entanto, se um edifício é demasiado flexível, oscilará desconfortavelmente e tornar-se-á inabitável, pelo que os modernos edifícios anti-sísmicos representam um compromisso entre o requisito de serem suficientemente rígidos, para poderem ser habitáveis, e o de se apresentarem suficientemente flexíveis, para poderem resistir às forças sísmicas.

Há outras formas de absorver energia, para além da deformação elástica das estruturas dos edifícios. A maior parte destes métodos confia na introdução de amortecedores nas juntas das estruturas, ou nas suas suspensões. Absorvedores de energia, como os amortecedores de um automóvel, são mecanismos que dissipam a energia, usando o atrito dos seus componentes –pistões activados por fluidos e aparelhos visco-elásticos (que combinam as acções de molas e de pistões hidráulicos) – para realizarem a sua tarefa.

Os conhecimentos actuais sobre a formação de sismos não são suficientes para estabelecer programas de engenharia de controlo, mas subsistem esperanças na descoberta de métodos que permitam libertar a energia acumulada nas partes

bloqueadas da falha, de modo a que os blocos se movimentem, libertando a maior energia possível através de pequenos sismos ou, mesmo, assismicamente.

Independentemente da possibilidade de uma previsão ou controlo sísmicos mais ou menos eficazes, é importante que se estabeleça um conjunto de medidas para minimizar os prejuízos causados pelos sismos, pois não é o abalo em si o responsável pelas mortes, mas sim as consequências por ele provocadas (destruição de edifícios, fogos, deslizamentos de terrenos, tsunamis, etc.). A queda das habitações é responsável pela quase totalidade das mortes provocadas pelos sismos É por essa razão que a construção de edifícios ou de outras obras de engenharia, deve obedecer a regras anti-sísmicas.

Em Portugal, há legislação nesse sentido desde 1983, que não é mais do que uma actualização do regulamento de 1963. A nível da União Europeia, foi também preparada legislação, tendo em consideração as novas aquisições no estudo da sismicidade e que entrou em vigor em 1992.

Na construção de edifícios, tem grande importância:

- O conhecimento da estrutura e geologia da região, de forma a impedir a construção em solos pouco consistentes e em zonas de falhas;
- A orientação dos alicerces e das paredes;
- A qualidade dos materiais utilizados na construção.

Outras medidas podem completar eficazmente as normas das construções anti-sísmicas tais como:

- Informar e educar a população, à qual se deve explicar como actuar em caso de sismo;
- Organização de dispositivos de socorro.

6.5- Contributo da sismologia para o conhecimento da estrutura interna da Terra

Os dados da sismologia e a existência do núcleo

Ao estudar os registos de sismos obtidos em vários locais, Wiechert (1897) verificou que os sismogramas correspondentes aos locais que distavam entre 103° e 143° do epicentro, não evidenciavam sinais de chegada directa de ondas P e S, embora as primeiras reaparecessem nos sismogramas de zonas mais longínquas, mas fora daquela faixa. Embora Wiechert explicasse o fenómeno admitindo a existência de uma descontinuidade no interior da Terra, só Beno Gutenberg, alguns anos depois (1912), forneceu uma explicação convincente para essa **zona de sombra**.

Gutenberg admitia que, abaixo de uma profundidade, que calculou em 2900 km, se devia encontrar um núcleo de materiais muito densos, que refractariam as ondas sísmicas, projectando uma «sombra» sobre a superfície terrestre. Quanto ao desaparecimento das ondas S, após os 2900 km de profundidade, isso poderia explicar-se, admitindo que o núcleo – pelo menos na sua parte mais externa – seria líquido, pois sabia-se que as ondas S não podem propagar-se em meios de rigidez nula .

Os dados da sismologia e a existência duma descontinuidade entre manto e crosta

Em 1909, outro importante geofísico , Mohorovièié, pôs em evidência outra descontinuidade; ao estudar sismos de foco superficial, Mohorovièié verificou que as ondas sísmicas que se propagavam abaixo dos 40 km de profundidade adquiriam, bruscamente, maiores velocidades do que as que viajavam nas camadas mais superficiais.

Por ocasião do sismo de 8 de Outubro de 1909, na Croácia, Mohorovièié constatou, a algumas centenas de quilómetros do epicentro, a reflexão e a refracção de ondas P e S de grande amplitude, enquanto que, mais longe do epicentro, as reflexões eram muito mais fracas. Deduziu daí, que tudo se passava como se uma descontinuidade, situada a uma cinquentena de quilómetros de profundidade, separasse um meio superficial, no qual as ondas se deslocavam a fraca velocidade (a **crosta**), dum meio profundo, onde as velocidades eram maiores (o **manto**).

A esta separação crosta-manto dá-se o nome de **descontinuidade de Mohorovičié** ou, abreviadamente, **Moho**. Desde a sua demonstração, estabeleceram-se mapas precisos da Moho. À escala do globo, constata-se que ela é pouco profunda sob os oceanos (uma dezena de quilómetros), muito profunda sob as cadeias de montanhas (50-70 km), intermédia sob os continentes arrasados. Assim definida, a crosta representa cerca de 1% do volume e 0,5% da massa do globo terrestre.

Estrutura da Terra

No estabelecimento de um modelo estrutural da Terra, em primeira aproximação, considera-se que o planeta tem uma simetria esférica, é elástico e isotrópico. Considera-se a presença de uma zonação concêntrica. A sua delimitação e caracterização assenta sobretudo na Sismologia, com contributos de vária natureza: paleomagnética, gravimétrica, termodinâmica, geoquímica, mineralógica e geológica, entre outras.

Em primeira análise, interessa considerar e saber interpretar a variação das velocidades de propagação das ondas sísmicas com a profundidade. Também importa considerar aspectos característicos das ondas sísmicas: por exemplo, como já tem sido referido, as ondas S não se propagam em meios líquidos.

A crosta

A zona mais externa é a crosta. Há a distinguir **crosta oceânica** e **crosta continental**, com diferentes composições, origens e idades.

A crosta oceânica encontra-se sob camada de água com 4.5 quilómetros de profundidade, em média. É estratificada, reconhecendo-se uma cobertura sedimentar, uma camada basáltica, uma camada gabróica e, provavelmente, uma camada fina, ultrabásica.

A cobertura sedimentar pode faltar; os sedimentos atingem alguns quilómetros (3-4 km) de espessura junto dos continentes, sendo de 300 metros a espessura média.

A crosta continental tem estrutura muito mais complexa que a crosta oceânica e contém rochas muito mais antigas (quase 4000 Ma enquanto as rochas da crosta oceânica não ultrapassam 250 Ma). É mais heterogénea. Engloba rochas sedimentares e vulcânicas, com alguns quilómetros de espessura, a par de um complexo constituído por rochas ígneas ácidas, com 20 a 70 km. Neste complexo, existiriam uma camada superior granítica e uma camada granodiorítica inferior (intersectada por intrusões básicas e ultrabásicas). O contacto destas duas últimas camadas estará marcado pela descontinuidade sísmica de Conrad.

Por outro lado, é nítida a **descontinuidade de Mohorovičié,** ou Moho, que separa a crosta do manto. Encontra-se a 7 a 12 km de profundidade sob os oceanos e, em média, a 30 a 40 km sob os continentes, com máximo sob as montanhas (até 70 km). Esta variação está relacionada com o equilíbrio isostático (isostasia). Devido ao predomínio do silício e do alumínio, a crosta terrestre tem sido designada por **Sial;** analogamente, à crosta oceânica, mais rica de magnésio, foi conferida a designação de **Sima.**

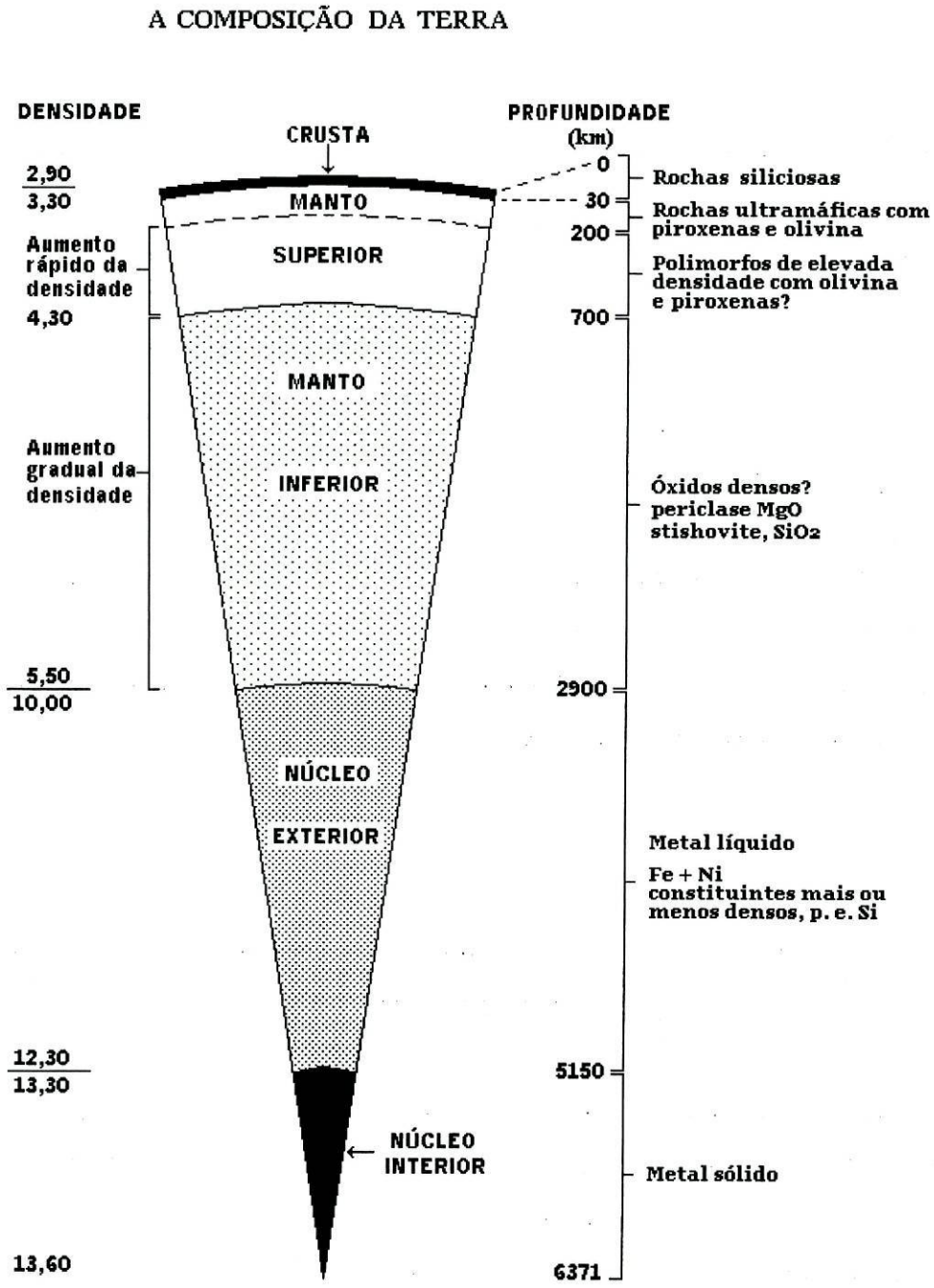
O manto

Situa-se entre o Moho e a **descontinuidade de Gutenberg,** a 2900 km de profundidade. Com base nas velocidades de propagação sísmica, o manto é dividido, normalmente, em três camadas. O estabelecimento dos limites para as três camadas referidas tem suscitado dúvidas; com base nos estudos mais recentes, admite-se que a zona superior do manto se estenda desde o limite inferior da crusta até uma profundidade de cerca de 400 km; a zona de transição prolongar-se-á até uma profundidade aproximada de 650 km, enquanto que a camada mais interior atingirá profundidade próxima dos 2900 km.

A região mais superficial do manto é uma zona que se comporta como não-homogénea, no referente às velocidades de propagação das ondas sísmicas e às densidades das rochas. Assim, a partir da camada localizada a profundidades entre 200 e 400 km verifica-se aumento rápido na velocidade de propagação sísmica e nas densidades até profundidades entre 700 e 1000 km. A partir dos 700 a 1000 km na direcção do núcleo as velocidades e densidades referidas aumentam lenta mas regularmente.

O núcleo

O núcleo situa-se sob a descontinuidade de Gutenberg. A parte mais exterior do núcleo **(núcleo externo)** deve ter constituição líquida visto não permitir a transmissão de ondas sísmicas S. A parte mais interna do núcleo **(núcleo interno),** prolongando-se abaixo de 5150 km em direcção ao centro da Terra até 6371 km, revelou-se de constituição sólida com uma densidade provável próxima de 13.



Fonte: Gass et al. (1984)

Fig. 9 – Corte esquemático através da Terra

8- A tectónica de placas ou tectónica global

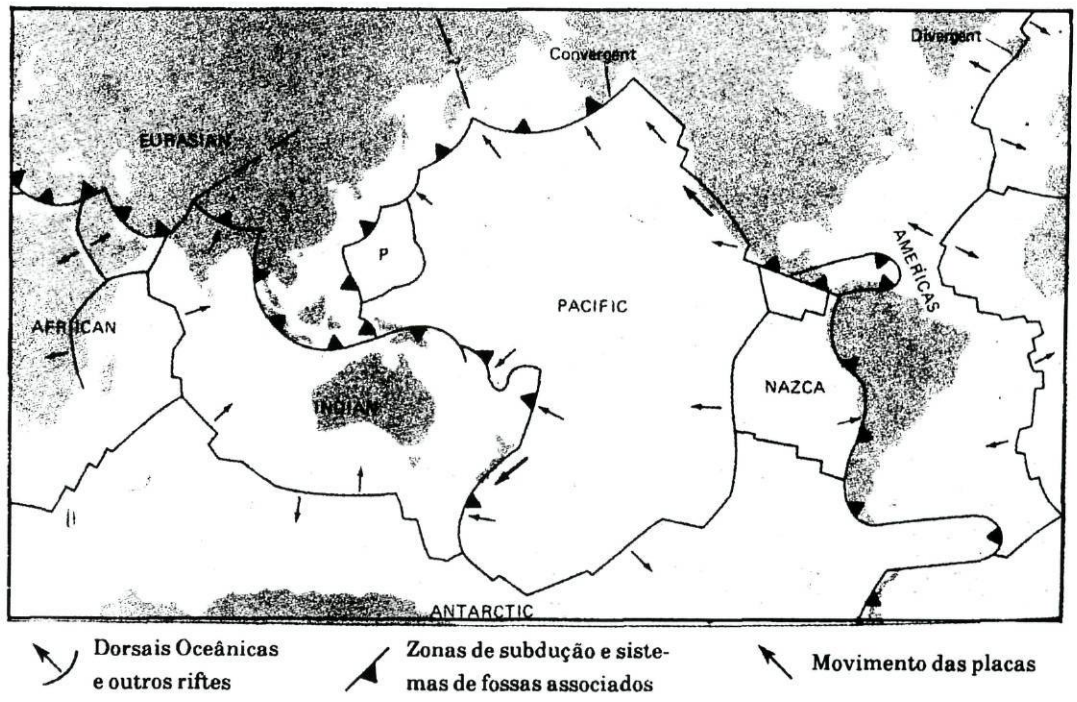
Segundo esta teoria, a litosfera deve ser encarada não como uma única unidade, mas sim como um conjunto de blocos ou **placas** independentes, que se movem umas em relação às outras, afastando-se nas zonas de rifte e convergindo noutras zonas.

Esta ideia, hoje vulgarizada com o nome de **tectónica de placas** ou tectónica global, surgiu pela primeira vez nos trabalhos T. Wilson, W. McKenzie e R. L. Parker, em 1967, e, finalmente, o conceito veio a ser elaborado pelo americano W. Morgan e pelo francês Xavier Le Pichon, em 1968.

As placas são unidades tidas como aproximadamente rígidas, mas relativamente finas (100-150 km), limitadas por cristas, fossas e falhas transformantes. No interior das placas, a deformação é lenta e pouco importante, de forma que os fenómenos geodinâmicos se fazem sentir com pequena amplitude.

A configuração das placas não tem relação directa com a repartição dos oceanos e dos continentes; há placas inteiramente cobertas por crosta oceânica, como por exemplo a grande placa do Pacífico, a placa de Nazca ou a de Cocos, entre outras de menores dimensões, mas a maioria é formada simultaneamente por crosta continental e por crosta oceânica.

Inicialmente, nos trabalhos de Morgan, eram apenas referidas seis grandes placas, mas a continuação dos trabalhos de investigação por todo o globo tem vindo a completar o esquema inicial, considerando-se actualmente um número relativamente elevado de pequenas placas - **microplacas** – definidas a partir de estudos regionais. Supõe-se, hoje, que o número de placas deve ter variado ao longo dos tempos.



Fonte: Antunes (1991)

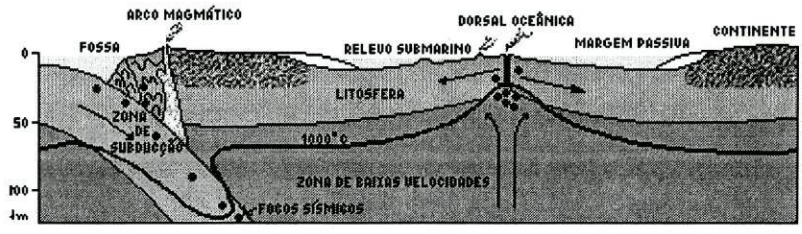
Fig. 10 - Principais placas litosféricas, com indicação das direcções do seu movimento; das dorsais oceânicas e outros riftes; das zonas de subducção e dos sistemas de fossas associados.

Caracterização das margens das placas

O movimento das placas acentua-se ao longo dos limites ou margens, pelo que estas são zonas muito instáveis do ponto de vista sísmico e vulcânico. Tendo em consideração a actividade tectónica manifestada, podem considerar-se três grandes tipos de limites: **zonas de acreção, zonas de subducção e falhas transformantes.**

(a) **Zonas de acreção** — também ditas zonas de expansão, situam-se ao nível das dorsais oceânicas (figura 11). Corresponde-lhes, na sua vertical, uma subida de material mantélico, acompanhada de elevadas temperaturas e derrame de matérias em fusão. Produz-se crosta oceânica nessas zonas, em vales submarinos do tipo rifte, graças a vulcanismo basáltico: há extrusão de lavas «em almofada», características deste vulcanismo submarino. Há, portanto, acreção da crosta oceânica.

As novas lavas afastam-se progressivamente para um e outro lado a partir do rifte, sendo sucessivamente empurradas por lavas mais recentes.



Fonte: Antunes (1991)

Fig. 11 - Expansão dos fundos oceânicos mostrando sistemas divergentes (as cristas ou dorsais oceânicas) e convergentes (nas fossas associadas a zonas de subducção). Estão esquematizadas três placas litosféricas movendo-se sobre a zona de baixa velocidade de propagação das ondas sísmicas do manto superior. Há magmas que são produzidos por aquecimento ao longo das zonas de subducção, onde os focos (pontos, na figura) de sismos se concentram na porção de placa (relativamente fria) descendente — as chamadas **zonas de Benioff.** Nas cristas oceânicas, a temperaturas mais elevadas, formam-se magmas a menores profundidades; os focos sísmicos ocorrem também a profundidades menores. A superfície correspondente à temperatura de 1000° C realça o contraste entre o manto superior, quente, sob as cristas, e as regiões mais frias nas zonas de subducção.

(b) **Zonas de subducção** — Este tipo de bordo é destrutivo e ocorre nas fossas oceânicas profundas. Nessas fossas, duas placas aproximam-se uma da outra, e uma delas desliza por baixo da outra, com um ângulo de cerca de 45°. Os limites das placas, em que o efeito combinado dos movimentos é destruir a superfície, são designados por zonas de subducção.

Relacionados com subducção, verificam-se fenómenos dignos de nota:

- formação de uma depressão alongada acompanhando a zona de subducção, gerando-se, assim, uma **fossa oceânica.** As fossas oceânicas correspondem a importantes anomalias isostáticas negativas;

- originam-se sismos, devido ao atrito ou à distensão de massas de rochas ao longo da superfície de subducção. Os focos sísmicos definem uma superfície denominada plano (ou zona) de Benioff. Os focos mais profundos não ultrapassam cerca de 700 km de profundidade, o que parece corresponder ao nível em que a placa litosférica é absorvida pelo manto.

(c) **Falhas transformantes** — é diferente a situação dos limites entre placas paralelas ao movimento das mesmas. Não há criação de nova crosta, nem absorção de crosta no manto.

Teoricamente, a sucessão completa dos acontecimentos seria a que, seguidamente, se descreve.

- **Estádio de distensão:** surgem riftes, como na região dos Grandes Lagos da África oriental, ou seja, vales associados a grandes fracturas, no meio de vastas regiões com intumescência litosférica, da qual resulta um certo empolamento topográfico. O fluxo geotérmico é relativamente elevado; há vulcanismo basáltico, elevada sismicidade e sedimentação intensa, com acumulação de grandes espessuras de sedimentos. Os evaporitos são frequentes.

- **Estádio de oceano estreito** — há criação de fundo oceânico, ainda estreito, o que impede a renovação (por correntes) das águas profundas. Daí resulta estagnação e estratificação de massas de água. É deficiente o teor de oxigénio dissolvido. O meio, redutor, é designado por **euxínico** (do Ponto Euxino, antigo nome do Mar Negro). Acumulam-se vasas ricas de matéria orgânica, entre as quais vasas sapropélicas, com papel importante na génese de hidrocarbonetos. O Mar Vermelho é um exemplo.

- **Estádio de oceano largo:** é ilustrado pelo Atlântico, no estádio actual. A circulação de água é fácil e boa a oxigenação. A matéria orgânica é eliminada por oxidação. A sedimentação depende do acarreio de material detrítico, da produtividade biológica e do afastamento da dorsal, pois esta condiciona a idade dos fundos oceânicos e a profundidade. Plumas emitidas pelo manto, a temperaturas muito elevadas, podem dar origem a vulcanismo basáltico, também com material ultramáfico, originando alinhamentos de ilhas como as de Hawai.

- **Estádio de subducção:** aqui, verifica-se separação entre crosta continental e oceânica, que mergulha sob aquela. Daí, resulta a separação em duas placas e a génese de uma **margem continental activa,** ou de **tipo pacífico,** bordejada por uma fossa oceânica e à qual se associa vulcanismo andesítico. Da margem continental podem destacar-se arcos insulares que delimitam, entre eles e o continente, mares marginais geralmente com fundo oceânico. Formam-se, no continente, cadeias de montanhas sensivelmente paralelas à zona de subducção, como é o caso dos Andes. Este estádio difere dos precedentes, nos quais o contacto do oceano com o continente se efectuava no seio da mesma placa, ao nível de uma **margem continental passiva** ou de **tipo atlântico** (passagem da crosta continental à crosta oceânica na mesma placa litosférica).

- **Estádio de colisão:** a separação a nível das margens activas permite fechar o oceano, devido à aproximação das margens continentais, a qual está relacionada com a expansão de outros fundos oceânicos. O progresso desta evolução acaba por pôr em contacto dois continentes, que colidem. Daí resultam **orógenos** — sistemas montanhosos edificados numa porção instável da crosta, com importante compressão, do que resultam dobras, mantos de carreamento, etc. São exemplos, os Alpes e o Himalaia.

CAPÍTULO 3

CONCEPÇÃO, VANTAGENS E INCONVENIENTES DAS APLICAÇÕES MULTIMÉDIA

1- Introdução

Apresentam-se, neste capítulo, os principais aspectos que caracterizam as aplicações multimédia. As vantagens da utilização das técnicas multimédia/hipermédia na prática educativa em relação às técnicas tradicionais e, ainda, os inconvenientes que comportam constituem também assunto relevante. Será igualmente referida a dinâmica de concepção de uma aplicação multimédia e, por último, proceder-se-á à descrição dos diferentes estádios de produção de um guião multimédia.

2- Multimédia

Multimédia é uma palavra composta por *multi* mais *media*, ambas latinas. *Multi* significa *vários* e *media* significa *meios*. À letra, *multimédia* significa *vários meios*. Quer dizer: o termo multimédia refere-se à combinação de texto, imagem e som, em aplicações que se encontram ao nosso dispor a partir de um computador ou outro suporte electrónico.

Inicialmente, o termo multimédia cingia-se ao âmbito do cinema, da televisão e de determinados espectáculos ao vivo. Nos anos 90, esse termo foi adoptado pela indústria informática, passando a designar determinado conjunto de características, quer de *hardware*, quer de *software*.

No *hardware*, o termo multimédia define um equipamento informático que disponha de algumas das seguintes características: placa de som, microfone, colunas, leitor de CD-ROM, placa de vídeo com capacidade para, pelo menos, 256 cores, placa receptora de televisão e de rádio, ligação a um General Midi externo, processador Pentium MMX, etc.

No *software*, o termo multimédia é utilizado para definir determinado número de programas que, além das funções matemáticas (analíticas e lógicas) inerentes aos algoritmos dos seus códigos, juntem texto, imagem e som. É este aspecto que, aqui, nos interessa considerar, uma vez que é o tema deste trabalho.

Por multimédia *on-line* entende-se todo o conteúdo multimédia visionado e consultado remotamente e em tempo real. O exemplo mais comum deste tipo de conteúdo é um *site* de Internet. O multimédia *off-line* refere-se a todos os conteúdos visionados e consultados em diferido e sobre um suporte local (por exemplo, como frequentemente acontece, sobre Cd-Rom ou um DVD).

Quando o utilizador final do conteúdo pode controlar a quantidade de elementos visionados e os tempos de visionamento, estamos a falar de *multimédia interactivo*. Referimo-nos a *hipermédia* quando o conteúdo está estruturado, reunindo módulos e nós de interligação e através dos quais o utilizador pode navegar.

Um projecto multimédia não tem, necessariamente, que ser interactivo. Quando um projecto corre do início ao fim sem qualquer interrupção, diz-se ser *linear*, Quando concede ao utilizador um controle navegacional e permite uma exploração do conteúdo, seguindo as opções do utilizador dir-se-á *não-linear* e *interactivo*. Os projectos multimédia do segundo tipo poderão constituir-se como ferramentas poderosas do ensino e aprendizagem.

O hipertexto

Não se pode imaginar uma aplicação multimédia sem a inclusão de texto. A mensagem seria imprecisa, obscura, e o recurso compensatório à imagem tornar-se-ia excessivo. O texto pode ser substituído pela locução, mas esta acaba por ser cansativa e, ao fim de algum tempo, a atenção do utilizador pode diminuir.

No texto tradicional, os leitores, normalmente, lêem o texto desde o princípio e seguem-no sequencialmente até ao fim, ficando limitados pela estrutura e pela

organização do texto. O hipertexto caracteriza-se, essencialmente, como uma forma de escrita não-sequencial, não-linear.

O hipertexto é mais uma colecção de fragmentos de textos do que um texto em prosa. Estes fragmentos estão unidos uns aos outros por ligações. Como as palavras, parágrafos ou textos se podem interligar numa estrutura mais ou menos complexa, o utilizador pode navegar entre eles, apercebendo-se do seu significado e da extensão das relações existentes, usando uma leitura não linear e adequando a busca às suas necessidades.

Deste modo, o utilizador terá que, constantemente, fazer escolhas sobre o que vai ler a seguir, de tal modo que lhe permite decidir, em qualquer momento, sobre o tipo e a ordem da informação a que pretende ter acesso.

Os utilizadores podem navegar através deste espaço de informação, seguindo um qualquer dos caminhos que os seus processos de pensamento associativo permitam e, também, facilmente criar caminhos de navegação através do espaço da informação, baseados nas suas próprias necessidades e interesses.

De acordo com Jonassen (1988, referido em Silva,1996), os utilizadores podem procurar ou seleccionar informação no hipertexto baseando-se em qualquer dos seguintes critérios:

a) relevância pessoal
b) nível de interesse
c) satisfação da curiosidade na informação
d) nível de experiência
e) necessidade de informação
f) exigências da tarefa implicando o acesso ao texto.

O hipertexto fornece diversas vantagens aos alunos. Dá-lhes acesso imediato a grandes quantidades de informação. O acesso ao núcleo da informação pode fazer-se a partir de muitos locais diferentes, de forma não-linear, e permite, também, visitas guiadas pelo autor, com acesso sequencial através de caminhos que, presumivelmente, tornarão a informação mais significativa.

Kearsley (1988,referido em Silva,1996) introduz algumas considerações adicionais, para além de "escrever bem", para a criação de documentos para uma base de dados hipertexto:

a) A fragmentação - a informação a ser apresentada precisa de ser organizada em pequenos "pedaços" que tenham a ver com um tópico, tema ou ideia. Cada pedaço representa um "nodo" ou "documento", na base de dados do hipertexto;

b) Inter-relacionamento – Cada documento deve conter ligações a outros documentos. Quantas mais ligações os documentos tiverem, tanto mais rica é a conexão da base de dados hipertexto. Mas, há que evitar ligações injustificadas e cada ligação deve sempre servir um objectivo claro;

c) Consistência dos nomes dos documentos – é importante manter uma lista de nomes dados aos documentos, à medida que são criados, de outro modo será difícil identificar convenientemente as ligações;

d) Lista directora de referência – essencial para assegurar citações correctas e evitar citações redundantes ou omissoras;

e) Simplicidade no estudo – a "navegação" através do sistema deve ser simples, intuitiva, consistente e não deve exigir esforço intelectual;

f) Baixa carga cognitiva – minimizar a carga sobre a memória a curto prazo, do utilizador, não exigindo que ele tenha que se esforçar por recordar coisas, de uma janela para outra.

Hipermédia

Hipermédia não compreende, na maioria dos casos, só o texto. O texto é, frequentemente, integrado com outras tecnologias capazes de produzir e apresentar sons, locução, gráficos, vídeo. Em qualquer documento hipermédia, encontramos duas características-chave: os pontos centrais, ou nodos, e os elos de ligação. Os nodos são as unidades de informação e os elos são as relações que ligam esses mesmos nodos.

Os sistemas hipermédia têm grandes potencialidades para a aprendizagem e o ensino pois permitem o acesso a grandes quantidades de informação, numa variedade de

formas (textos, gráficos, animação, audio, simulação, imagem fixa e vídeo em tempo real), sendo a mesma armazenada e de acesso fácil e rápido. Assim, materiais diversificados podem ser reunidos e fornecidos aos estudantes (Silva, 1996).

Estes materiais podem, ainda, estar ligados, quer explícita quer implicitamente. Elos de ligação explícitos podem ser usados pelos autores para sugerir pistas (e, portanto, relacionamentos) através da informação, e os utilizadores podem optar por segui-las ou não, criando a sua própria interpretação do conteúdo. Os autores podem criar elos de ligação implícitos para suportar ou apoiar matérias (dicionários, enciclopédias) e ajudas de "navegação" (gráficos do caminho ou pista, viagens guiadas), permitindo aos utilizadores aplicá-las, à medida das suas necessidades.

O hipermédia é mais um meio que oferece, ao aluno, níveis excepcionalmente elevados de controlo. Nos sistemas hipermédia, as ideias, conceitos e as suas inter-relações podem ser exploradas, quando o aluno muito bem entender. Os alunos podem escolher entre seguir percursos bem marcados por ligações explícitas, ou marcar novos percursos, de acordo com as suas possibilidades e objectivos individuais.

A flexibilidade destes sistemas possibilitará aos estudantes criar circuitos e interpretações invulgares da informação num hiperdocumento. Partilhar estes circuitos e interpretações com outros estudantes (trabalho de grupo) e com os seus professores, proporcionará experiências mais ricas e mais aliciantes para todos.

Embora os sistemas de hipermédia ofereçam potencialidades para criar ambientes ricos em aprendizagem, não deixa de ter limitações. Dois problemas surgem com muita acuidade relacionados com a exploração de tais documentos: um deles é a possibilidade de perda de focalização do objectivo da pesquisa; o outro é a diminuição progressiva da capacidade de notar os contrastes.

Os utilizadores, normalmente, correm o risco de ficar perdidos no "hiperespaço". Causas desta desorientação serão a quantidade de informação a que o utilizador facilmente tem acesso e os numerosos elos com que o utilizador, constantemente, se depara. A desorientação é produzida pela facilidade com que se "salta" livremente num hiperdocumento. Os utilizadores exploram e então esquecem

onde estão ou como aí chegaram. O problema da desorientação diminuirá, provavelmente, à medida que os utilizadores ganhem experiência na utilização deste *medium*.

A distracção é originada pelas vastas quantidades de informação, facilmente acessível, muita da qual pode ser irrelevante ou, apenas, relevante marginalmente.

3- Multimédia e ensino

Os sistemas de hipermédia oferecem à educação uma boa oportunidade para expandir os métodos convencionais e as estratégias tradicionais de aprendizagem e de ensino. O hipermédia não é uma panaceia, mas representa, de facto, um desafio significativo para a teoria e para a prática pedagógica.

Não se pode ignorar a forma como esta tecnologia se tornará numa nova ferramenta no nosso repertório de meios de optimização da aprendizagem e do ensino. A faceta-chave dos hipermédia é a liberdade de escolha e a interactividade que oferece aos utilizadores.

A integração dos sistemas multimédia no ensino vai permitir a definição de um ambiente conceptual não linear, multifacetado e multidimensionado. Assim, a construção do conhecimento é activamente participada pelo aluno, onde a interacção computador/aluno ganha uma dimensão particularmente relevante. "*Dadas as características individuais de cada aluno, existem uma infinidade de sequências de aprendizagem, multidimensionando as possibilidades de aprendizagem uma vez que estas dependem das apetências e tendências individuais, do background e de muitos outros factores*" (Pais, 1999).

A interacção não se faz só ao nível do computador/aluno. Alarga-se e dá uma nova perspectiva de toda a complexa teia das relações que se estabelecem entre o professor/aluno. O uso do computador com recurso à multimédia implica que o professor assuma um papel muito diferente daquele que lhe é atribuído numa pedagogia convencional: o de orientador da aprendizagem e co-aprendiz. O professor, ao recorrer a ferramentas multimédia, vai deparar-se com os mais variados problemas: dos mais

simples, como por exemplo, falhas no material utilizado, até aos mais complexos, como a compreensão dos aspectos do material que está a usar. Estas situações colocam o professor numa situação radicalmente nova: já não se assume como fonte infalível do saber, pelo contrário, torna aberto o sistema de ensino/aprendizagem, dando oportunidade aos alunos de observarem o professor no papel de aprendiz e, ao mesmo tempo, aprenderem com ele.

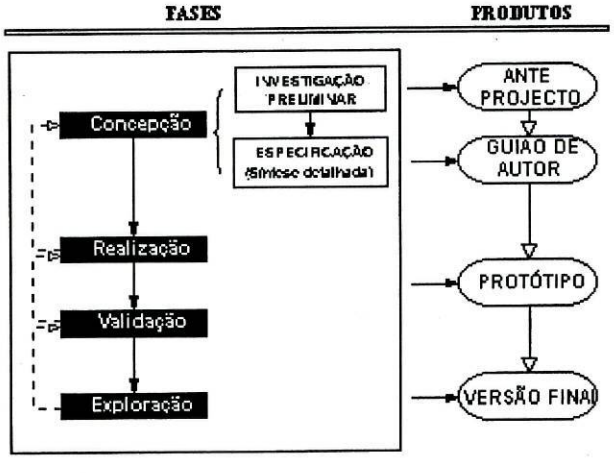
4- Concepção de aplicações multimédia

O desenvolvimento de materiais multimédia passa por diferentes fases, até se chegar à utilização e exploração do produto final, numa dada situação de formação. É pois um processo de construção gradual e de desenvolvimento interactivo, em que a informação e a experiência adquiridas em fases mais avançadas vão permitir ajustar e melhorar aspectos anteriormente equacionados.

De acordo com Costa (1998), apesar de existirem diferentes modelos de desenvolvimento de aplicações multimédia, observa-se uma certa convergência naqueles que são os principais estádios de desenvolvimento deste tipo de materiais, nomeadamente, se tentarmos idealizar um modelo que integre quer as preocupações de ordem pedagógica e didáctica, quer as preocupações, de cariz mais técnico, relacionadas com a realização propriamente dita.

Figura 12 - Concepção de aplicações multimédia.

Fases do processo e produtos



Fonte: Costa (1998)

Enumeremos as principais fases por que passa a concepção de uma aplicação multimédia:

a) uma *fase de concepção*, isto é, de pesquisa, estudo e tomada de decisão sobre todos e cada um dos aspectos considerados relevantes, para se conseguir um produto de qualidade e adequado aos objectivos pretendidos;

b) uma *fase de realização,* que se caracteriza, fundamentalmente, pela concretização, com recurso às técnicas e meios apropriados, das decisões tomadas na fase anterior sobre o tipo de produto desejado;

c) uma *fase de testagem e validação*, que constitui a oportunidade de verificar se a aplicação funciona, se é adequada aos objectivos estabelecidos e se corresponde ao produto desejado, sobre cada um dos diferentes pontos de vista em que pode ser analisada (técnicos, didácticos, estéticos, etc.);

d) finalmente, uma *fase de difusão e exploração,* ou seja, a fase que dedica uma especial atenção a todos os aspectos relacionados com a divulgação e distribuição, ou utilização, nas situações para as quais foi desenvolvida.

Como se pode observar na Fig. 12, cada uma destas fases termina com a formalização de um produto específico. Os dois primeiros, *ante-projecto* e *guião de autor*, sobre a forma de documento escrito, constituem dois níveis diferenciados não só no que se refere ao grau de especificação e de pormenorização das opções feitas, mas também relativamente à função que desempenham no próprio processo.

O *ante-projecto* constitui um primeiro esboço, ainda difuso, do produto final, que permitirá a tomada de decisão sobre a pertinência e viabilidade em proceder à sua realização.

O *guião de autor*, com uma visão pormenorizada de cada um dos aspectos (didácticos, técnicos, funcionais, estéticos, etc.) da aplicação pretendida e esboçada na fase anterior.

Os dois últimos, *protótipo* e *versão final,* são já resultado do trabalho específico de realização, isto é, de concretização do guião de autor e distinguem-se,

também, não só pelo grau de materialização dos conteúdos e meios técnicos envolvidos, como pelo nível de funcionalidade que apresentam.

O *protótipo,* que serve sobretudo para testar e avaliar a qualidade e a operacionalidade da aplicação (correcção dos conteúdos, equilíbrio e integração dos elementos multimédia, funcionamento geral, compatibilidade com os objectivos pedagógicos definidos, etc..

A *versão final,* que tem, como finalidade, a exploração pelos utilizadores finais, numa determinada situação de ensino e aprendizagem, embora com a preocupação ainda de se verificar como é aceite e até que ponto se adequa aos fins em vista, antes de se proceder à sua reprodução e difusão.

No caso de não ser de todo necessário apresentar um ante-projecto (por exemplo, por não haver necessidade de discutir os benefícios institucionais ou de justificar os investimentos), apenas terá lugar a elaboração do guião de autor. É à volta desta fase que, de imediato, passaremos a expor.

Fase de concepção

É talvez dos passos mais importantes na criação de uma aplicação multimédia, pois é o momento apropriado para reflectir e tomar as decisões concretas sobre os múltiplos aspectos que hão-de configurar o produto final.

O documento resultante desta fase é o *guião de autor* que, como já se referiu, é um documento escrito, onde o formador terá oportunidade de especificar todos os aspectos relativos ao produto desejado. Para a sua elaboração, por razões operacionais, é conveniente distinguir, claramente, três diferentes tipos de componentes:

a) uma componente relativa ao enquadramento e gestão do projecto;

b) uma componente relativa à configuração do modelo pedagógico de formação;

c) uma componente relativa às especificações do conteúdo propriamente dito e dos elementos multimédia que darão forma ao produto final, isto é, o "*storyboard*".

O guião de autor ganha especial importância no caso do formador não ter meios e condições para realizar ele próprio a aplicação e se opte por recorrer a empresas

especializadas nessa matéria. Neste caso, tem sobretudo a função de formulação do pedido e de comunicação mais eficaz e esclarecida com os diferentes técnicos envolvidos durante a sua realização.

4.1 - Enquadramento e gestão do projecto

Embora se trate globalmente de um processo com características iterativas e recursivas, os passos principais que o formador terá de percorrer nesta etapa, são os seguintes:

Passo 1: *Estabelecer, claramente, os objectivos institucionais de referência*;

Passo 2: *Enquadrar a realização do produto multimédia no planeamento global da formação e especificar os objectivos e contextos de utilização*;

Passo 3: *Determinar os recursos humanos necessários, definir a equipa do projecto e atribuir papéis e responsabilidades*;

Passo 4: *Especificar as características e requisitos técnicos do equipamento necessário ao desenvolvimento do projecto*;

Passo 5: *Elaborar o orçamento*;

Passo 6: *Identificar as tarefas mais relevantes e elaborar o respectivo cronograma de actividades.*

No caso aqui considerado, de ser o formador a produzir os seus próprios materiais de formação, o guião de autor pode ser menos aprofundado nesta primeira componente, embora não deixe de ser importante a reflexão sobre qualquer um dos aspectos considerados.

4.2 - Modelo pedagógico de formação

Pretende-se, com esta componente, proceder à especificação dos aspectos psicopedagógicos e didácticos que devem integrar um qualquer plano de formação. É necessário que o formador identifique as necessidades a satisfazer, através de que competências, processos ou conhecimentos, e operacionalize essas dimensões em unidades específicas de acção que possibilitem o desenho pormenorizado do produto

multimédia e a organização das experiências concretas de formação, que lhe darão forma. Partindo da análise de necessidades, é o momento para proceder à definição dos objectivos pedagógicos e determinação dos níveis de realização desejados, bem como das formas de avaliação mais adequadas.

Para a construção/elaboração do "*modelo pedagógico de formação*" o formador deverá, à semelhança do ponto anterior, percorrer os passos seguidamente enumerados:

Passo 1: *Análise pormenorizada do grupo-alvo*. Análise de interesses e motivações pessoais, representações e atitudes em relação à formação e à utilização das novas tecnologias, conhecimentos prévios na área a tratar, competências, experiência profissional, condições de trabalho, etc..

Passo 2: *Identificação das necessidades de formação*. Identificação de áreas deficitárias, escalonamento e hierarquização dos tipos de necessidades, etc..

Passo 3: *Determinação do perfil ou perfis de utilizadores*. Fazer referência concreta a diferentes tipos de necessidades específicas, a diferentes tipos de estilos de aprendizagem, a diferentes níveis de estruturação e acesso à informação, etc..

Passo 4: *Definição dos objectivos pedagógicos*. A estabelecer, em relação directa com os conteúdos a tratar na aplicação e de acordo com as decisões tomadas nos passos anteriores.

Passo 5: *Selecção e especificação das estratégias e situações concretas de formação*. A definir, de acordo com as decisões tomadas relativamente aos objectivos e com a própria organização da informação. Constitui o fulcro da acção pedagógica, ou seja, o ambiente de aprendizagem propriamente dito.

Passo 6: *Definição das modalidades de avaliação*. Decisão sobre os tipos, formas e técnicas mais apropriadas para controlo do processo de aprendizagem e verificação dos resultados obtidos.

4.3 - *"Storyboard"*

A terceira e última componente do guião de autor preocupa-se, já, com o conteúdo da aplicação e constitui aquilo a que poderemos chamar uma maqueta, ou seja, uma visão geral do produto. É o momento indicado para estabelecer o padrão de

qualidade da aplicação e de proceder às especificações que, nesta componente, se realizam a dois níveis distintos, ainda que em estreita relação e interdependência:

a) por um lado, ao nível dos *conteúdos propriamente ditos*, isto é, da informação e da forma como essa informação internamente se estrutura;

b) por outro lado, ao nível da *configuração visual*, isto é, do aspecto gráfico da aplicação e dos elementos multimédia que a integram.

Relativamente à primeira, pode dizer-se que é, essencialmente, um trabalho de pesquisa, selecção e organização da informação considerada pertinente sobre o tema a tratar, enquanto que a segunda consiste, sobretudo, em dar forma a essa mesma informação. Em termos práticos e como facilmente se depreende, são aspectos que têm de ser equacionados em conjunto e devem ter, como pano de fundo, o que, na componente anterior foi decidido sobre o modelo pedagógico a implementar.

Assim, quer a selecção e redacção dos conteúdos, quer a escolha dos elementos multimédia devem decorrer do conhecimento que existe sobre os utilizadores a quem a aplicação se destina e dos objectivos pedagógicos definidos para a utilização do produto. Pretende-se criar um ambiente de aprendizagem que seja adequado ao público a quem se destina e permita que os objectivos pedagógicos definidos possam ser alcançados.

Muito embora os próprios conteúdos determinem, em larga medida, os elementos multimédia que podem ser utilizados, esta é uma fase em que o formador tem uma grande liberdade criativa, podendo experimentar soluções diversas antes de optar por aquela que melhor corresponda aos objectivos estabelecidos. De facto, se nas componentes anteriores se sublinham as competências pedagógicas do formador, neste momento, é-lhe sobretudo exigida uma grande capacidade criativa, aliada às suas capacidades de mediatização da informação e ao seu conhecimento específico das potencialidades dos recursos multimédia.

Não é absolutamente necessário que saiba programar, mas é de capital importância que conheça e tenha o domínio suficiente das potencialidades que as tecnologias multimédia lhe podem oferecer, para saber e ser capaz de formular um pedido esclarecido e fundamentado do tipo de produto que deseja.

Esta etapa final da fase de concepção de produtos multimédia pode desenvolver-se de acordo com os seguintes passos:

Passo 1: *Elaboração de um resumo descritivo da aplicação.* O resumo descritivo da aplicação, também designado de "*script*", é uma breve explanação da ideia que o formador tem do produto final. Digamos que é o primeiro esboço da aplicação pretendida e constitui o ponto de partida para os passos seguintes. É importante porque obriga à explicitação, ainda que sucinta, da ideia inicial, com as vantagens que isso pode trazer, por exemplo, na pesquisa e selecção da informação mais adequada ao tipo de aplicação visado.

Passo 2: *Pesquisa e selecção dos conteúdos.* Como facilmente se reconhecerá, os conteúdos são um elemento de capital importância para a qualidade da aplicação. De nada valerá uma aplicação tecnicamente perfeita, se a qualidade da informação, que a integra, não atingir o mesmo nível de performance. É, por isso, uma das actividades a que o formador, no papel de especialista de conteúdos, deverá dedicar mais atenção e, eventualmente, uma das tarefas que exige maior investimento. Embora seja conveniente ter, num determinado momento, toda a informação necessária ao desenvolvimento do projecto, esta tarefa pode desenrolar-se em simultâneo e em interacção com as restantes actividades desta fase de elaboração do guião de autor.

A ideia central é a de recolher todo o material disponível, nos vários formatos e suportes possíveis (texto, fotografia, animações, sons, vídeos, etc.), para depois seleccionar os conteúdos em função dos objectivos delineados e do perfil de utilizadores a quem se destinam. A sua pertinência, relativamente aos objectivos da aplicação, e a sua adequação (por exemplo, em termos de linguagem) aos futuros utilizadores, devem ser algumas das preocupações centrais de quem assume a tarefa de redacção dos conteúdos. Dado que posteriormente, no passo 5, se procederá à especificação e redacção dos conteúdos que hão-de constituir cada uma das janelas de informação, não parece necessário que o trabalho de pesquisa seja formalizado em documento próprio.

Passo 3: *Organização da informação e representação da estrutura da aplicação.* Como a natureza dos conteúdos determina, em grande medida, o tipo de estrutura de uma aplicação, é de toda a importância que o formador esquematize e represente, no papel, as relações existentes entre os diferentes módulos e conceitos que

integram o conteúdo da aplicação. Designada de *macro-estrutura*, mais não é que um esboço esquemático ou mapa geral da forma como se organiza a informação.

Esse mapa pode ser representado de forma gráfica (por exemplo, através de um diagrama) ou de uma forma escrita, através da explicitação de cada um dos tópicos que o compõem (nós de informação), com as respectivas sub-divisões. Juntamente com o resumo descritivo da aplicação (passo 1), a macro-estrutura pode funcionar também como um precioso instrumento de clarificação das ideias e de comunicação entre os diferentes elementos de uma eventual equipa de trabalho.

Passo 4: *Desenho da interface.* Muito embora o estilo visual e os elementos gráficos e multimédia da aplicação possam vir a ser concretizados pelos diferentes especialistas envolvidos na fase de realização, é importante que o formador desenvolva uma ideia clara do que pretende e se pronuncie também sobre aquilo que constitui, em última análise, o lugar de comunicação entre o utilizador humano e o dispositivo informático - *a interface.*

No caso das aplicações multimédia, a interface consubstancia o próprio ambiente de aprendizagem e deve resultar das especificações pedagógicas e didácticas feitas na etapa anterior, em que se procedeu à configuração do modelo de formação. Está, pois, em estreita relação com as decisões relativas aos perfis de utilizadores, aos objectivos pedagógicos e aos conteúdos, mas, também, às situações concretas de formação definidas e às modalidades de avaliação estabelecidas.

Em termos práticos, pode dizer-se que a interface de um sistema multimédia é constituída pelo que o utilizador vê no monitor e pelas possibilidades de interacção que com o sistema pode estabelecer. Em cuidadosa articulação com o passo seguinte (passo 5), é o momento de reflectir e decidir, entre outros aspectos, sobre a configuração ou estilo gráfico da janela, tipos de objectos que a integram e respectivas funções, sua disposição no espaço, formas de comunicação e de interacção com o utilizador, tipo de "*feedback*" fornecido, etc..

Em última análise, trata-se não apenas de fornecer uma determinada informação, mas, sobretudo, de estruturar o ambiente que, em concreto, permitirá o acesso a essa mesma informação. Como facilmente se depreende, não é apenas uma questão de "*design*" gráfico, mas, sobretudo, de decisão sobre os diferentes elementos

que tornam possível tirar partido das potencialidades das ferramentas multimédia, e que possibilitam minimizar os problemas que este tipo de materiais coloca a quem os utiliza. Pode mesmo dizer-se que a qualidade de uma aplicação multimédia depende, em muito, da qualidade da concepção da interface com o utilizador e das formas como os vários aspectos, anteriormente referidos, são concebidos e implementados.

Embora desempenhando um papel de vital importância para a qualidade final do produto, não se pode dizer que haja uma regra clara e universal para o desenho de uma boa interface. Seguidamente, enumerar-se-ão alguns factores que desempenham um papel de relevo e sobre os quais é importante reflectir, de forma a adaptar a tecnologia ao utilizador (e não o contrário!) e tornar este tipo de ambientes mais fáceis de usar.

a) Os tipos de ligações entre os diferentes nós de informação e os meios de navegação fornecidos ao utilizador. Este aspecto tem a ver com as possibilidades, oferecidas ao utilizador, de consulta do material disponível. Depende do tipo de estrutura (sequencial, linear, reticular, mista, etc.), mas deve ser o resultado, também, das opções tomadas sobre o tipo de aprendizagem visado. Na prática, o formador tem de decidir sobre os meios que permitirão ao utilizador deslocar-se dentro da aplicação.

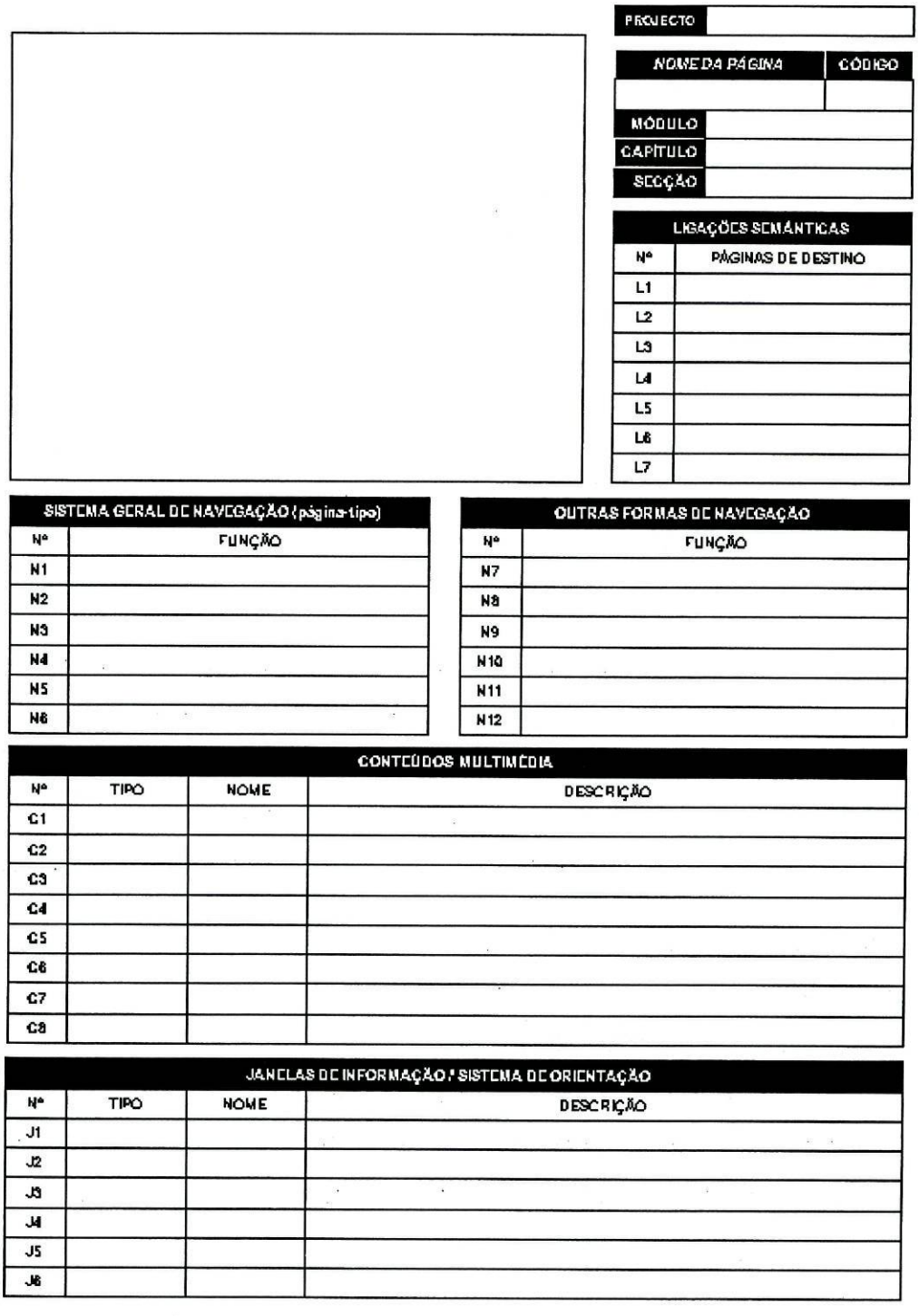
b) As formas de orientação, controle e feedback. Para diminuir a possibilidade do utilizador se desorientar, é necessário informá-lo sobre a sua localização na aplicação e fornecer-lhe informação acerca das acções que vai realizando. Para além disso, é importante fazê-lo de forma a transmitir-lhe a sensação de controle e domínio sobre a aplicação (e não o contrário). Em complemento das escolhas feitas a propósito do ponto anterior, o formador deve decidir sobre as melhores formas de fornecer essa informação.

c) *As modalidades de interacção e riqueza do ambiente interactivo.* Outro aspecto, que requer uma especial atenção nesta fase da elaboração do guião de autor, prende-se com a maior ou menor riqueza dos elementos que compõem a interface, nomeadamente, no que se refere às diferentes formas de representar a informação e aos tipos de interacção a estabelecer com o utilizador. Trata-se de decidir sobre o tipo de material a incluir e sua forma de representação (texto, imagem, som, etc.), mas, também, sobre o grau de interacção da aplicação e as diferentes formas de o conseguir. Parece claro, no entanto, que quanto mais rico for o ambiente e mais possibilidades de

interacção oferecer, maior será a probabilidade do utilizador se envolver na pesquisa da informação.

Passo 5: *Redacção dos conteúdos e especificação dos elementos multimédia.* Neste derradeiro passo, incluem-se todas as tarefas relacionadas com a efectivação de cada um dos aspectos, que foram objecto de análise no ponto anterior, e com a redacção propriamente dita dos conteúdos a apresentar em forma de texto. É, também, o momento para o formador decidir sobre os restantes conteúdos e elementos multimédia que consubstanciam o desenho da interface. Pode fazê-lo através de uma simples descrição, janela a janela, de cada um dos elementos ou efeitos pretendidos ou, quando lhe for possível, através do desenho dos esboços respectivos.

De forma a possibilitar o registo de cada uma das opções tomadas e, assim, consubstanciar o "Storyboard", apresenta-se na Figura 13 um exemplar da página-tipo.



PROJECTO	

NOME DA PÁGINA	CÓDIGO

MÓDULO	
CAPÍTULO	
SECÇÃO	

LIGAÇÕES SEMÂNTICAS	
Nº	PÁGINAS DE DESTINO
L1	
L2	
L3	
L4	
L5	
L6	
L7	

SISTEMA GERAL DE NAVEGAÇÃO (página-tipo)	
Nº	FUNÇÃO
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	

OUTRAS FORMAS DE NAVEGAÇÃO	
Nº	FUNÇÃO
N7	
N8	
N9	
N10	
N11	
N12	

CONTEÚDOS MULTIMÉDIA			
Nº	TIPO	NOME	DESCRIÇÃO
C1			
C2			
C3			
C4			
C5			
C6			
C7			
C8			

JANELAS DE INFORMAÇÃO / SISTEMA DE ORIENTAÇÃO			
Nº	TIPO	NOME	DESCRIÇÃO
J1			
J2			
J3			
J4			
J5			
J6			

Fonte: Costa (1998)

Fig. 13- Página de *Storyboard*

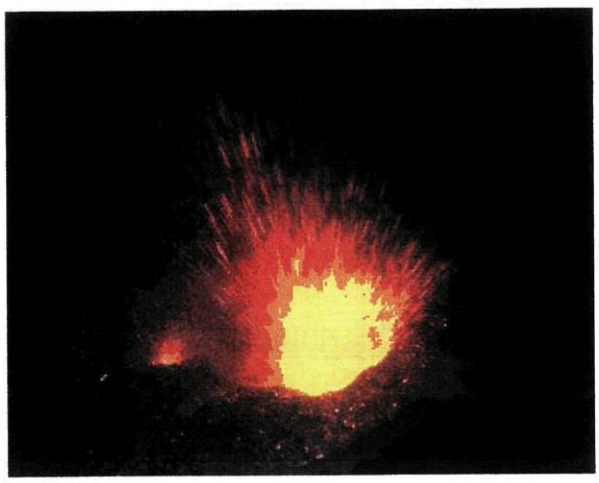
CAPÍTULO 4

APLICAÇÕES MULTIMÉDIA: ESPECIFICAÇÃO DOS PROJECTOS "VULCÕES" E "SISMOS"

1- Introdução

Neste capítulo proceder-se-á à especificação dos projectos multimédia "Vulcões" e "Sismos" quer ao nível dos conteúdos propriamente ditos, quer ao nível do aspecto gráfico das aplicações e dos elementos multimédia que as integram.

VULCÕES



Adaptação e Programação

Maria da Conceição V. de Pinho Aguiar

(1) ADAPTADO DE VOLCANOES – THE ANNENBERG/CPB PROJECT (1997)

MENU PRINCIPAL

- Introdução
- Origem das erupções vulcânicas
- Materiais expelidos pelos vulcões
- Tipos de erupções vulcânicas
- Por que existem erupções com características diferentes?
- Actividade prática (Distribuição geográfica dos vulcões)
- Questionário

INTRODUÇÃO

O número de vulcões existentes na superfície do Globo é grande. Admite-se que muitos estão extintos, pois encontram-se inactivos há milhares de anos, mas outros estão "dormentes" ou em actividade, embora não precisamente em erupção.

No entanto, a grande densidade populacional de muitas zonas vulcânicas impõe investimentos e investigações de técnicas de previsão das erupções, de modo a poderem evitar-se grandes catástrofes.

Estas medidas de prevenção passam por um melhor conhecimento da actividade vulcânica, pela atenção das autoridades aos avisos dos vulcanólogos competentes e pela boa organização de planos de evacuação das populações e de socorro a feridos.

Vai mais longe ...

Se quiseres saber mais sobre o apaixonante trabalho dos vulcanólogos, então, clica aqui.

O APAIXONANTE TRABALHO DOS VULCANÓLOGOS

Um certo número de pesquisadores fazem um permanente acompanhamento (directa ou indirectamente) dos vulcões da Terra, simultaneamente para os estudar e para tentar prever o seu despertar, quando eles estão simplesmente adormecidos.

Para o efeito, dispõem-se em volta dos vulcões mais perigosos numerosos aparelhos científicos que registam os seus mínimos estremecimentos ou a mais pequena emanação de gás: sismógrafos para detectar os abalos devidos à subida do magma pela chaminé, tiltímetros e telémetros a laser para medir (quase ao milímetro) variações do declive e expansões da parede, sob a pressão do magma.



Cientistas medindo os níveis de dióxido de enxofre

As medições e observações recolhidas servem simultaneamente para melhor se compreenderem os fenómenos vulcânicos, registar a variação da actividade vulcânica e prever o regresso das erupções.

Volta à página anterior

ORIGEM DAS ERUPÇÕES VULCÂNICAS



PRODUZIR MAGMA

O manto terrestre é essencialmente constituído por rochas sólidas. Quando a rocha do manto funde , ou seja, passa ao estado líquido, constitui o magma. Se encontrar uma saída para o exterior, o magma escapa-se: ocorre, então, uma **erupção vulcânica**.

Os magmas apresentam composições químicas muito diversas, porque as misturas complexas que os formam nem sempre são constituídas pelas mesmas substâncias. Por isso apresentam também propriedades diferentes.

Durante a subida, os gases dissolvidos no magma vão-se libertando. Quando ele chega à superfície ou próximo dela, designa-se por **lava.**

 Vídeo clip "Lava" (encordoada e escoriácea)

Vai mais longe ...

Se quiseres saber mais sobre diversidade de magmas, então, clica aqui.

DIVERSIDADE DE MAGMAS

A generalidade das rochas magmáticas provém de três tipos fundamentais de magmas: basáltico, andesítico e riolítico.

O **magma basáltico**, mais comum, resulta da fusão parcial do manto. Este tipo de magma é bastante fluido.

O **magma andesítico** pode originar-se de várias maneiras, mas a maioria é produzida a partir da fusão parcial do basalto, por exemplo quando ocorre a subducção da crosta oceânica, constituída por basalto. A presença de água retida nos sedimentos transportados pela placa facilita também a fusão dos materiais. O magma andesítico pode, também, ser gerado pela fusão da crosta continental. É mais viscoso que o magma basáltico e contém mais gases dissolvidos.

O **magma riolítico** é muito viscoso. Parece resultar da fusão de rochas que fazem parte da crosta continental. O tipo de lava que origina não é comum porque, devido à sua viscosidade, o magma solidifica antes de atingir a superfície.

Volta à página anterior

EXPERIMENTA

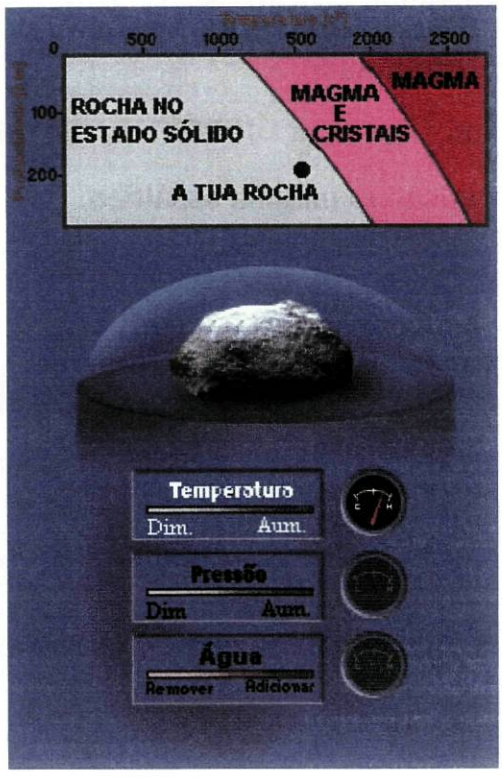
PRODUZIR MAGMA

A maioria do magma que atinge a superfície terrestre provém do manto. É uma zona de rocha que está perto do ponto de fusão. Transformar esta rocha em magma significa alterar a sua temperatura, pressão ou conteúdo em água.

Experimenta fundir a rocha para originar magma.

Vais alterar em primeiro lugar a temperatura.
A tua rocha encontra-se a uma temperatura de 1500° C, mas ainda está sólida.

Clica nas palavras "diminuir" ou "aumentar" para alterar a temperatura a que a tua rocha está submetida no interior da Terra.



VARIAR A TEMPERATURA

Como esperavas, aumentando a temperatura, a tua rocha passou ao estado líquido.

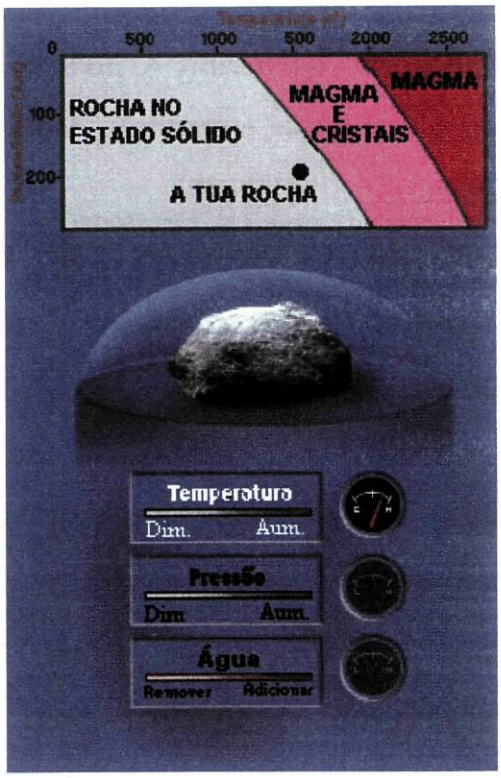
Está agora a 1800ºC e fundiu, originando magma basáltico.

Condição seguinte: Variar a pressão



VARIAR A TEMPERATURA

A rocha continua sólida e, agora, mais distante da temperatura de fusão. Em vez disso, experimenta "aumentar" a temperatura



VARIAR A PRESSÃO

Agora verifica como a pressão, a que a rocha está submetida, afecta a fusão.

A tua rocha encontra-se a 200 km de profundidade e sujeita a uma enorme pressão.

Clica nas palavras "diminuir" ou "aumentar" para modificar a pressão a que a tua rocha está submetida no interior da Terra.



VARIAR A PRESSÃO

A tua rocha fundiu, originando um magma.

Diminuindo a pressão, permitiste a fusão da rocha.

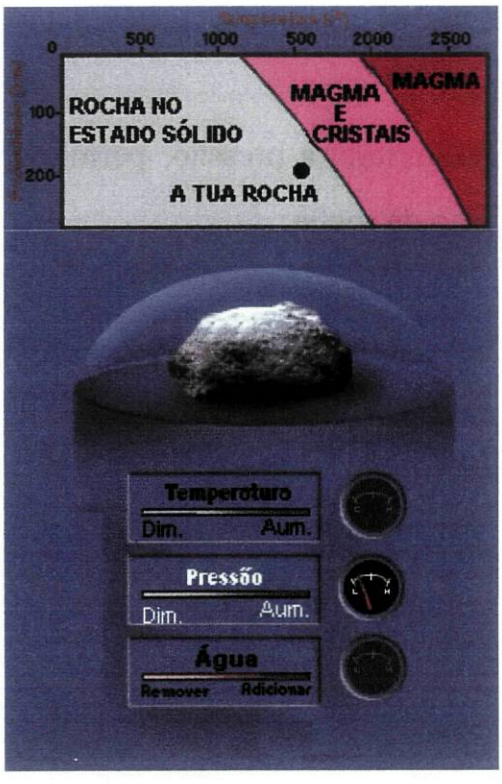
Condição seguinte: Variar a quantidade de água.



VARIAR A PRESSÃO

A rocha continua sólida e, agora, mais distante do ponto de fusão.

Em vez disso experimenta descomprimir a rocha, ou seja, "diminuir" a pressão.



VARIAR A QUANTIDADE DE ÁGUA

Agora verifica como a água no interior da rocha afecta o ponto de fusão.

Clica nas palavras "adicionar" ou "retirar" para modificar o teor em água da rocha



VARIAR A QUANTIDADE DE ÁGUA

Obtiveste um magma.

Adicionando água, baixas o ponto de fusão da rocha.



VARIAR A QUANTIDADE DE ÁGUA

Retirando água, vais fazer com que a rocha fique mais longe do ponto de fusão.

Tenta, em vez disso, "adicionar" água, o que facilitará a sua fusão.



TIPOS DE ACTIVIDADE VULCÂNICA

As erupções vulcânicas têm aspectos e consequências diferentes, consoante o tipo de magma envolvido.

Essencialmente, há dois factores que condicionam a natureza das erupções:

- a maior ou menor fluidez do magma
- o seu teor em gases.

O mesmo vulcão pode, em erupções diferentes, apresentar características também diferentes, podendo umas serem mais explosivas do que outras.

Vai mais longe ...

Se quiseres saber quais são os principais tipos de erupções vulcânicas, então, clica aqui.

PRINCIPAIS TIPOS DE ERUPÇÕES VULCÂNICAS

De acordo com o grau de violência, consideram-se dois tipos fundamentais de actividade: as **erupções efusivas** e as **erupções explosivas**.

Erupções efusivas – são erupções calmas, cujas lavas incandescentes, por serem muito fluidas, se estendem ao longo de grandes superfícies.



Erupções explosivas – são causadas por lavas muito viscosas que dificultam a saída dos gases. Quando os gases encontram saída, escapam-se e originam explosões muito violentas



Volta à página anterior

POR QUE EXISTEM ERUPÇÕES COM DIFERENTES CARACTERÍSTICAS ?

A superfície da Terra encontra-se fracturada, isto é, dividida em placas rígidas e animadas de movimento – as **placas litosféricas**.

As placas litosféricas estão separadas por fronteiras, que podem ser:

- **convergentes**, quando se encontram em rota de colisão;
- **divergentes**, quando se afastam mutuamente;
- **transformantes**, quando as placas se movem lateralmente, ao longo de um plano de deslizamento vertical.

A maior parte dos vulcões ocorre junto das fronteiras das placas tectónicas.

Continua

VULCANISMO DOS PONTOS QUENTES.

Existem vulcões sem qualquer relação com a deslocação das placas continentais ou a formação das dorsais oceânicas.

Eles localizam-se no meio de uma das sete grandes placas da crosta terrestre e são por isso chamados «vulcões intra-placa». Correspondem a colunas de magma, "plumas", que vêm aflorar à superfície da crosta terrestre.

Mas, pode dizer-se que este vulcanismo é minoritário: menos de 5% do total dos vulcões.

Volta à página anterior

FRONTEIRAS DIVERGENTES

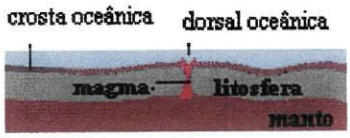


A mais longa cadeia montanhosa terrestre não é a dos Andes na América do Sul, nem a dos Himalaias na Ásia.
É uma cadeia montanhosa submarina de mais de 75 000 km de comprimento.

Esta cadeia (crista mesoceânica) estende-se pelo meio do Oceano Atlântico (emerge nalguns locais, como é o caso da Islândia), em volta de África, e prolonga-se através do Oceano Índico, entre a Austrália e a Antárctida, e, a norte, através do Oceano Pacífico.

Atravessando esta cadeia montanhosa, há uma profunda fenda central, - o **rifte**. É aqui que o novo fundo oceânico é continuamente criado.

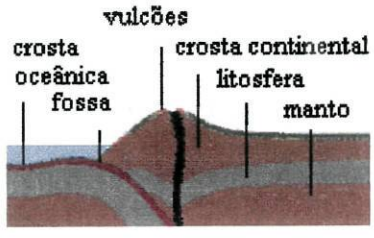
Como os dois lados da crista oceânica se afastam para um e outro lado, o magma brota do interior da Terra e, solidificando em contacto com o mar, constitui novo fundo oceânico.



Iniciar animação

Nas fronteiras divergentes ocorrem fenómenos de **acreção**. São zonas de expansão dos fundos oceânicos.
O vulcanismo nestas zonas caracteriza-se por erupções calmas, do tipo efusivo, com libertação de lavas fluidas.

FRONTEIRAS CONVERGENTES



Iniciar animação

Se por um lado a crosta oceânica se expande a partir dos riftes, por outro a crosta oceânica vai-se destruindo, compensando a sua formação contínua.

O fenómeno é designado por **subducção**.

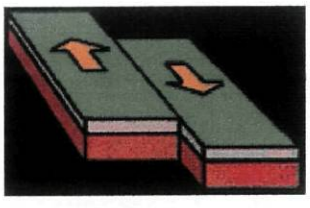
Em determinados locais do globo (zonas de subducção), a crosta oceânica mergulha debaixo do bordo continental de outra placa. A fronteira onde se encontram as duas placas é designada por fronteira de convergência. Fossas profundas aparecem nesta fronteiras.

O deslizamento de uma placa por baixo de outra leva à ocorrência de sismos, por vezes violentos.

A uma profundidade entre 300 e 700 quilómetros, a rocha da placa descendente funde. O magma resultante da fusão do material que mergulha pode subir através de fracturas, ocasionando fenómenos de vulcanismo.

O vulcanismo nas zonas de subducção caracteriza-se por erupções violentas, do tipo explosivo, com libertação de lavas viscosas.

FRONTEIRAS TRANSFORMANTES



Iniciar animação

Fronteiras transformantes nem produzem nem destroem crosta. Ao contrário, duas placas deslizam uma pela outra, criando tensões. Essas tensões poderão libertar-se num súbito e, muitas vezes, violento choque. Este choque provoca um sismo.

A falha de Stº André é, indubitavelmente, a mais famosa fronteira transformante no mundo. A oeste da falha está a placa do Pacífico, que se move para noroeste. A este, está a Placa da América do Norte, que se move para sudeste.

Los Angeles, localizada na placa do Pacífico, encontra-se actualmente a sul de S. Francisco que, por sua vez, se localiza na placa da América do Norte. Presumivelmente, daqui a 16 milhões de anos, as placas ter-se-ão movido tanto que Los Angeles estará a Norte de S. Francisco.

Os limites das placas que coincidem com falhas transformantes são zonas de deslizamento, onde não se verifica acreção nem destruição da crosta. Nestas zonas ocorrem apenas fenómenos sísmicos.



Tenta localizar no globo alguns vulcões, usando informações sobre o seu comportamento, história, aspecto e morfologia.

Kilauea

Popocatepetl

Santorini

Surtsey

Escolhe um dos vulcões à esquerda.

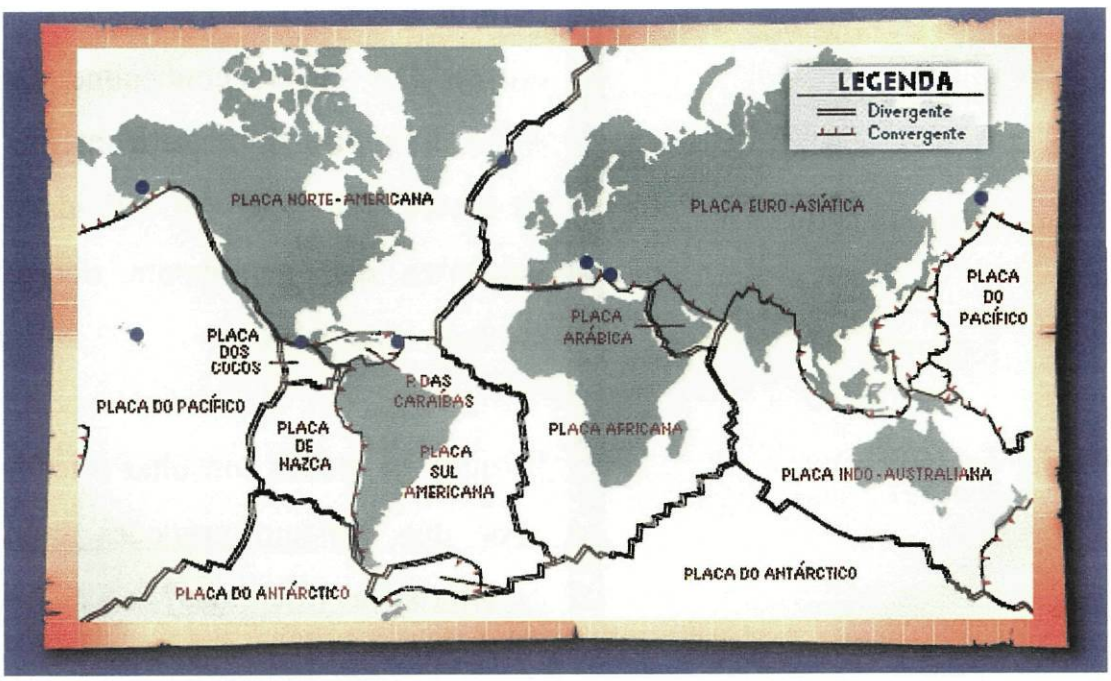
Para te ajudar a localizá-los, podes utilizar os teus conhecimentos sobre diferentes tipos de fronteiras de placas tectónicas e a actividade vulcânica que geralmente ocorre em cada uma delas.

Se quiseres, podes consultar o texto "Por que existem erupções com características diferentes?

KILAUEA

Kilauea é um vulcão do tipo escudo, que se situará sobre um ponto quente. É um dos vulcões do mundo mais frequentemente activo, entrando em erupção de dois em dois ou de três em três anos. As erupções do Kilauea não são explosivas.

Clica num dos pontos azuis do mapa para localizar o Kilauea.

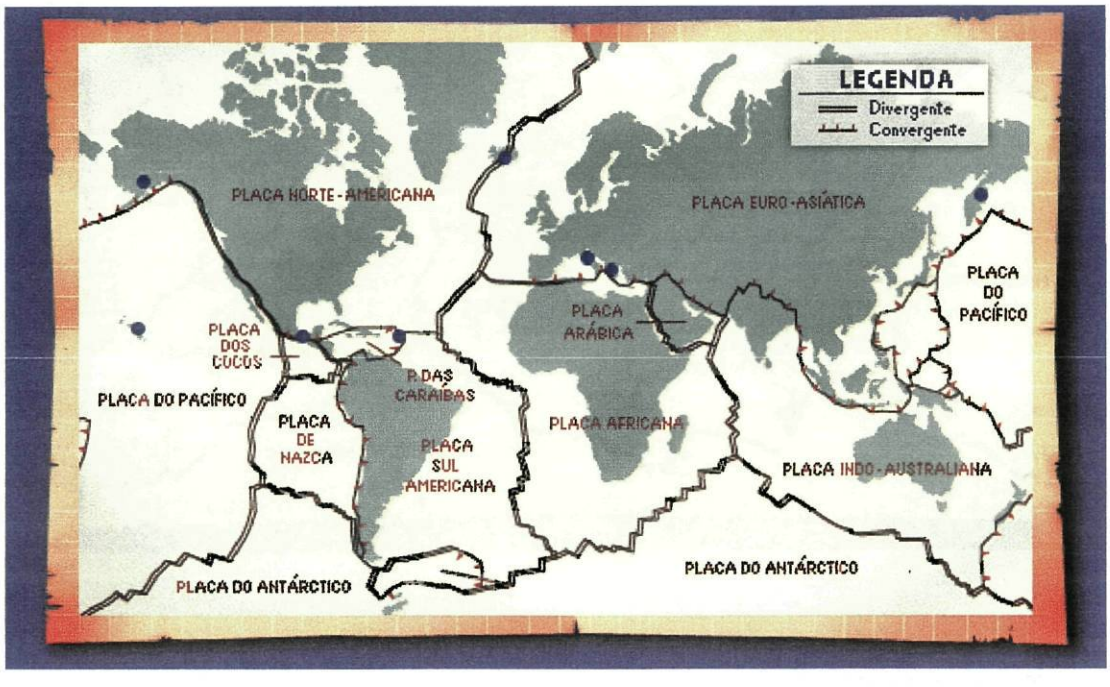


Se quiseres saber informações acerca dos vulcões assinalados no mapa, clica aqui.

POPOCATEPETL

O vulcão Popocatepetl esteve adormecido durante décadas. A sua inactividade foi interrompida em 21 de Dezembro de 1994, com pequenas erupções de cinzas. Este vulcão teve, no passado, algumas erupções explosivas. Popocatepetl significa "montanha fumegante" na linguagem Asteca.

Clica num dos pontos azuis do mapa para localizar o Popocatepetl.

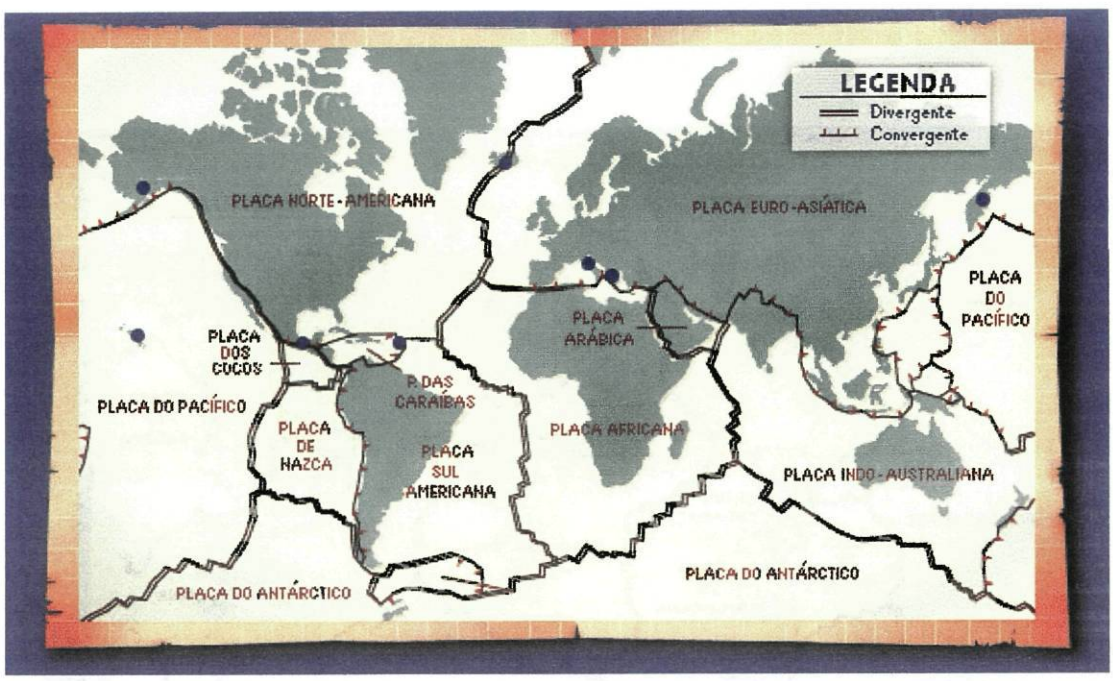


Se quiseres saber informações acerca dos vulcões assinalados no mapa, clica aqui.

SANTORINI

A mais violenta erupção dos tempos históricos ocorreu no Mediterrâneo por volta de 1640 a.C., a 120 km ao norte de Creta e a 200 ao sul da Grécia. Nela, o Tera explodiu literalmente, provocando vagas monstruosas que devastaram Creta e as costas do Peleponeso. De Tera não resta hoje senão um vestígio de quatro pequenas ilhas que emergem do mar, delimitando a área da antiga cratera, o arquipélago de Santorini.

Clica num dos pontos azuis do mapa para localizar o vulcão Santorini.

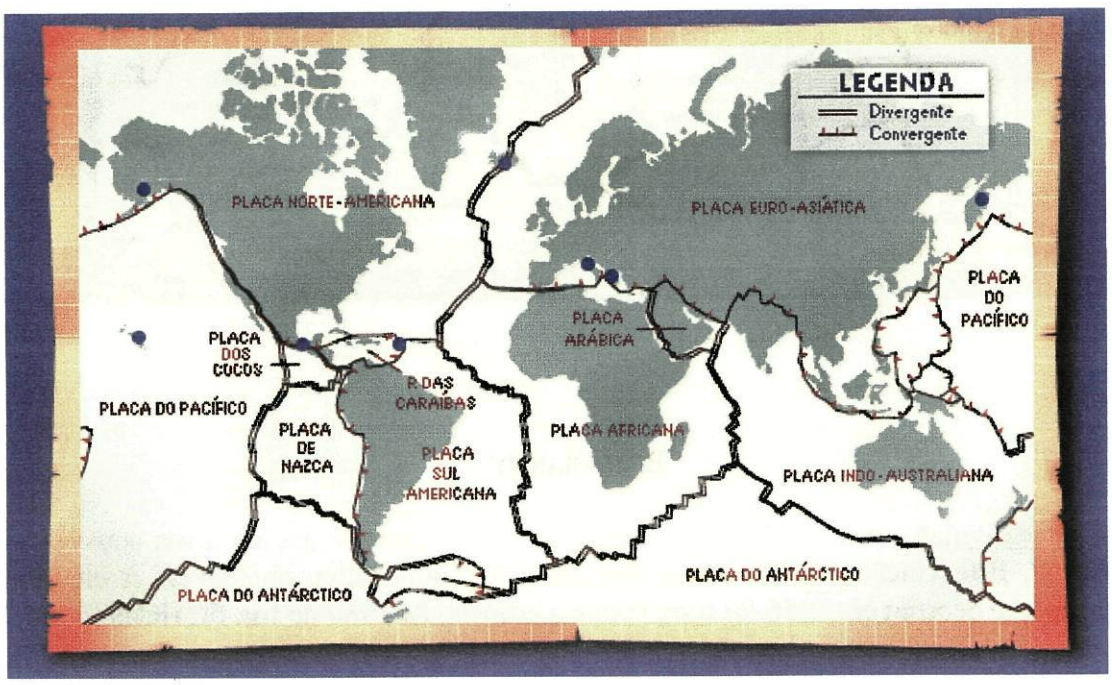


Se quiseres saber informações acerca dos vulcões assinalados no mapa, clica aqui.

SURTSEY

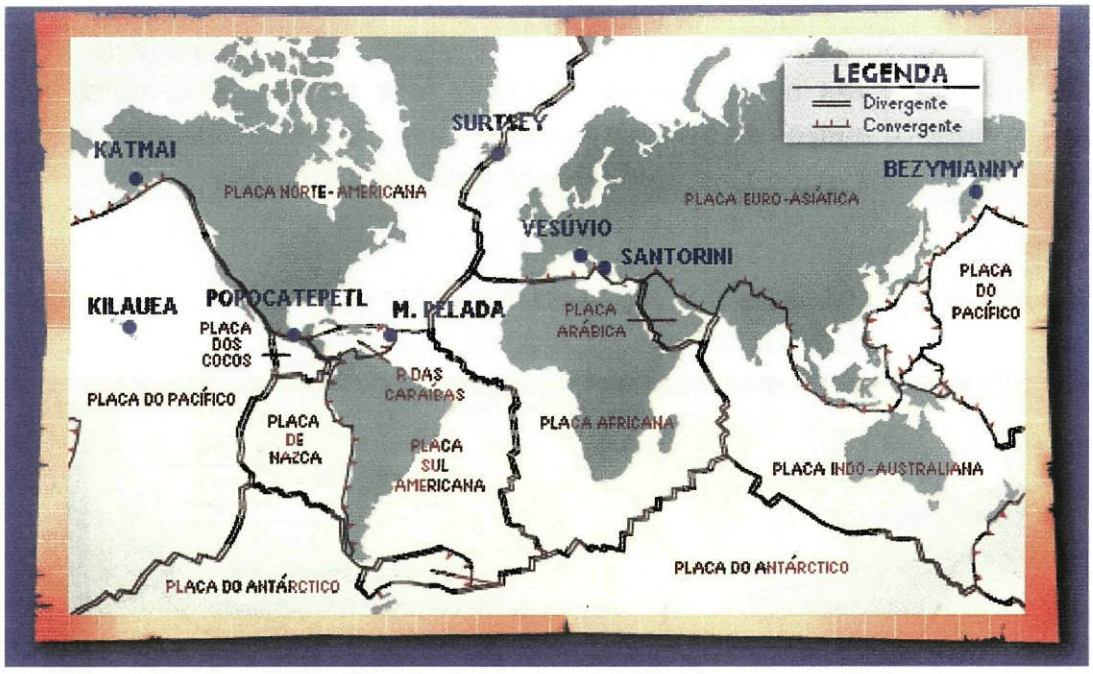
Em Novembro de 1963, ao largo da Islândia, é do mar que irrompe um novo vulcão, o Surtsey. No barco, donde primeiro foi avistado, pensaram que se trataria de um navio a arder. Passada uma semana, esta nova ilha vulcânica tinha70 metros de altura. O vulcão viria, finalmente, a atingir 150 metros de altura e a acalmar-se após quatro anos de actividade

Clica num dos pontos azuis do mapa para localizar o Surtsey.



Se quiseres saber informações acerca dos vulcões assinalados no mapa, clica aqui.

INFORMAÇÕES SOBRE OS VULCÕES ASSINALADOS NO MAPA



BEZYMIANNY

Este estrato-vulcão, que se situa numa margem convergente, reiniciou a sua actividade em 1997. Este vulcão localiza-se, na península de Kamchatka, na Rússia. A enorme erupção que ocorreu em 1956 foi semelhante à erupção de 1980 do Mt. St. Helena.

KATMAI

O vulcão Katmai, localizado numa área remota do Alaska, é um estrato-vulcão que se situa numa margem convergente. Uma das maiores erupções ocorreu em 1912. Esta erupção considerada a maior do século, libertou trinta vezes mais magma do que a erupção de 1980 do Mt. St. Helena. Cientistas que realizaram em 1916 uma expedição ao Katmai encontraram, passados 4 anos, depósitos provenientes da erupção tão quentes que eram capazes de ferver água.

KILAUEA

O Kilauea é um vulcão do tipo escudo, que se situará sobre um ponto quente. É um dos vulcões do mundo mais activos, entrando em erupção de dois em dois ou de três em três anos. As erupções do Kilauea não são explosivas. Este vulcão fica nas ilhas Hawai, uma cadeia de ilhas vulcânicas situadas no interior da placa Pacífica.

MONTANHA PELADA

O vulcão da Montanha Pelada fica situado na ilha Martinica, na América Central. Após meio século de inactividade, este estrato vulcão entrou novamente em acção. No dia 8 de Maio de 1902, a montanha Pelada explodiu e uma imensa nuvem ardente de gases e cinzas incandescentes caiu a 160 km/h sobre a cidade de S. Pedro. Dos cerca de 30 000 habitantes, só dois sobreviveram.

POPOCATEPETL

O vulcão Popocatepetl esteve adormecido durante décadas. A sua inactividade foi interrompida a 21 de Dezembro de 1994, com pequenas erupções de cinzas. Este vulcão teve, no passado, algumas erupções explosivas. Mais de um milhão de pessoas vive num raio de 35 kilómetros dos flancos escarpados deste vulcão e muitas vilas e cidades poderão estar ameaçadas pelas cinzas, se ocorrer uma erupção maior.
Popocatepetl significa "montanha fumegante" na linguagem Asteca.

SANTORINI

A mais violenta erupção dos tempos históricos ocorreu no Mediterrâneo por volta de 1640 a.C., a 120 quilómetros ao norte de Creta e a 200 ao sul da Grécia, o Tera explodiu literalmente, provocando vagas monstruosas que devastaram Creta e as costas do Peleponeso.
Para muitos historiadores e oceanógrafos, as destruições, directas ou indirectas do vulcão Tera, ocasionaram o desaparecimento da civilização Minóica, que vivia em Creta. Este desaparecimento talvez esteja na origem da lenda da Atlântida. De Tera não resta hoje senão um vestígio de quatro pequenas ilhas que emergem do mar, delimitando a área da antiga cratera, o arquipélago de Santorini.

SURTSEY

Em Novembro de 1963, ao largo da Islândia, é do mar que irrompe um novo vulcão, o Surtsey. No barco, donde primeiro foi avistado, pensaram que se trataria de um navio a arder. Passada uma semana, esta nova ilha vulcânica tinha 70 metros de altura. O vulcão viria, finalmente, a atingir 150 metros de altura e a acalmar-se após quatro anos de actividade

VESÚVIO

O Vesúvio dormia há mil anos quando se desencadeou a célebre e mortífera erupção que viria a soterrar Herculano e Pompeia, perto de Nápoles, no ano 79 da nossa era.
O Vesúvio teve outras erupções importantes ,e em seguida, não se ouviu falar dele durante sete séculos. Depois, em menos de trinta anos, reactivou-se nove vezes. Desde então tem dormitado mais do que dormido, remontando a 1906 a sua última grande erupção. Ele pode voltar a encolerizar-se daqui a alguns anos... Este facto é bastante inquietante em virtude de viverem mais de 2 milhões de pessoas na região que o circunda. É a maior concentração humana em volta de um vulcão activo que se conhece no mundo.

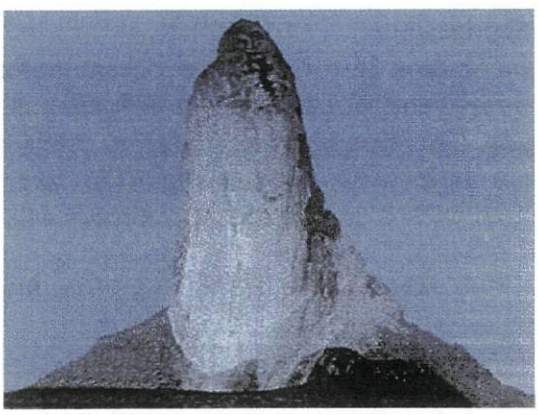
MATERIAIS EXPELIDOS PELOS VULCÕES

Uma erupção vulcânica é caracterizada pela emissão de materiais no estado de fusão ígnea, a lava, pela emissão de gases e, muitas vezes, pela expulsão de materiais sólidos de dimensões variáveis.



Corrente de lava

Quando o magma é muito viscoso, solidifica mesmo dentro da chaminé, formando uma agulha vulcânica que impede a libertação dos gases. Estes atingem pressões elevadíssimas, que podem provocar explosões tão violentas que estilhaçam e projectam as rochas envolventes e mesmo a rocha vulcânica que ocupa a chaminé.



Agulha vulcânica posta a descoberto por erosão diferencial

Vai mais longe ...

Se quiseres saber mais sobre materiais expelidos por um vulcão então clica aqui.

MATERIAIS PIROCLÁSTICOS

Os **piroclastos** são materiais resultantes da solidificação de lava projectada ou arrancados às paredes da chaminé ou da cratera, que podem ter diferentes dimensões.

Diâmetro (mm)	Piroclasto
Maior que 50	**Bombas ou blocos**
Entre 2 e 50	**Lapilli**
Menor que 2	**Poeiras ou cinzas**

Em algumas erupções, as explosões fragmentam a lava em pequenas gotas em suspensão no seio de gases, sendo a temperatura dessas nuvens de gases e cinzas tão elevada que elas se tornam incandescentes, formando **nuvens ardentes** que destroem tudo à sua passagem.



Iniciar animação

Volta à página anterior

QUESTIONÁRIO



Seguem-se oito questões. Procura responder a cada uma delas.

QUESTÃO 1

Uma **erupção efusiva** caracteriza-se:

Qual das afirmações em frente está correcta ?

- ○ pelo derrame abundante de lava
- ○ pela emissão de gases e produtos sólidos
- ○ por períodos de emissão de lava que alternam com episódios explosivos

Vai para a Questão 2

QUESTÃO 2

Qual das afirmações em frente está correcta ?

- ○ As lavas muito viscosas estão geralmente relacionadas com erupções efusivas
- ○ As lavas muito viscosas estão geralmente relacionadas com erupções explosivas
- ○ As lavas muito viscosas estão geralmente relacionadas com erupções mistas

Vai para a Questão 3

QUESTÃO 3

Um cone vulcânico misto apresenta:

Qual das afirmações em frente está correcta ?

- ○ exclusivamente lavas consolidadas
- ○ escoadas lávicas alternando com camadas de material piroclástico
- ○ exclusivamente material piroclástico de tamanho variável

Vai para a Questão 4

QUESTÃO 4

O texto que se segue refere-se à erupção do Vesúvio, em 1906.

"Conforme a situação, assim as casas foram derrubadas, contornadas ou invadidas pela lava. Em algumas, a corrente penetrou por todas as aberturas voltadas para o vulcão, enchendo os compartimentos."

De acordo com a descrição, pode afirmar-se que esta erupção terá sido:

Qual das afirmações em frente, está correcta ?

- ○ explosiva
- ○ efusiva
- ○ mista

Vai para a questão 5

QUESTÃO 5

Erupções violentas, com libertação de lavas viscosas, são características de:

Qual das afirmações em frente está correcta ?

- ○ zonas de subducção
- ○ zonas de rifte
- ○ zonas de falha transformante

Vai para a Questão 6

QUESTÃO 6

Erupções calmas, com libertação de lavas fluidas, são características de:

Qual das afirmações em frente está correcta ?

- ○ zonas de rifte
- ○ zonas de subducção
- ○ Zonas de falha transformante

Vai para a Questão 7

QUESTÃO 7

Qual das afirmações em frente está correcta ?

- ○ As falhas transformantes são locais de grande actividade vulcânica
- ○ As falhas transformantes são locais de actividade vulcânica e sísmica
- ○ As falhas transformantes são locais de grande actividade sísmica

Vai para a Questão 8

QUESTÃO 8

Indica o tipo de magma formado nas fronteiras divergentes:

- ○ -basáltico
- ○ -andesítico
- ○ -riolítico

Volta ao início do questionário

GLOSSÁRIO

Agulha vulcânica- Formação vulcânica resultante da consolidação de lavas, geralmente viscosas, dentro da chaminé vulcânica.

Astenosfera- Zona do manto na base da litosfera, cuja menor rigidez é atribuída a um estado de fusão parcial (1-10%). Estender-se-á até uma profundidade de 250 km.

Bomba vulcânica- Piroclasto, muitas vezes fusiforme devido ao movimento de rotação da lava quando é projectado e ainda está pastosa. As dimensões variam entre 50 mm e 1 m.

Caldeira- Grande depressão, de diâmetro muito maior que o da chaminé vulcânica, que se forma no topo do vulcão, devido ao afundamento da parte central.

Chaminé vulcânica– Canal que liga a câmara magmática à cratera de um vulcão e por onde ascende o magma.

Cinzas vulcânicas- Piroclastos muito finos, de dimensões menores que 2 mm de diâmetro, projectados durante as erupções vulcânicas e que se formam a partir da lava pulverizada ou do material rochoso das paredes da chaminé que é estilhaçado durante as explosões vulcânicas.

Cone vulcânico- Elevação cónica que rodeia a cratera e que se forma devido à acumulação de piroclastos e ao derramamento de lava.

Cratera- Parte terminal externa da chaminé, por onde é expelida a lava e os gases. Geralmente tem forma afunilada.

Crosta terrestre- Zona superficial, rígida, do globo terrestre que constitui os continentes e os fundos oceânicos. A sua espessura varia entre 5 e 70 km, sendo mais espessa a nível dos continentes do que a nível dos oceanos.

Erupção vulcânica- Saída de lava e outras substâncias, gasosas ou sólidas, através de aberturas da crosta terrestre, nomeadamente, a partir da cratera de um vulcão.

Estrato vulcão- tipo mais comum actualmente, fornecendo tanto lavas como materiais piroclásticos, que se sobrepõem em camadas alternadas, formando um cone em torno da cratera.

Fumarola – Gases emanados através de fissuras ou orifícios vulcânicos. Estas emanações gasosas podem efectuar-se antes, durante e depois da erupção vulcânica.

Géiser- Manifestação vulcânica secundária que consiste na emissão intermitente de jactos de água quente, sob pressão, através de orifícios do solo.

Lapilli (plural de lapillum)- Piroclastos com dimensões que variam entre 2 mm e 6 cm.

Lava- Magma em estado, total ou parcial, de fusão extrudido à superfície da Terra, nomeadamente através de fissuras ou de chaminés vulcânicas.

Litosfera- Camada superficial da Terra, mais ou menos rígida, que inclui a crosta (continental e oceânica) e parte superior (rígida) do manto. A sua espessura variará de 50 a 100 km.

Magma- Material de origem profunda e de composição complexa, constituído por substâncias fundidas devido a elevadíssimas temperaturas e por gases dissolvidos e, por vezes, por materiais já cristalizados em suspensão. Origina, por consolidação, as rochas magmáticas.

Manto- Zona do globo terrestre que se estende desde a base da crosta até ao núcleo, ou seja, até à profundidade de 2900 km

Núcleo terrestre- Zona mais interna do globo terrestre. Situa-se abaixo da profundidade de cerca de 2900 km. Define-se um núcleo externo (líquido) e um núcleo interno (sólido) a partir de 5200km de profundidade. Supõe-se que é constituído essencialmente por ferro com algum níquel e alguns elementos leves (menos abundantes no núcleo interno).

Nuvem ardente- Massas de gases e cinzas expelidas nas erupções vulcânicas explosivas, e que, devido às elevadas temperaturas se tornam incandescentes, destruindo tudo à sua passagem.

Piroclastos- Fragmentos sólidos expelidos pelos vulcões e que são devidos a explosões. Podem ser originados a partir de lava que é dividida acabando por solidificar no trajecto pelo ar, ou a partir da fragmentação das rochas que constituem a parede da chaminé vulcânica ou que a preenchiam.

Telémetro- instrumento para medir rapidamente a distância que vai do observador a um determinado ponto.

Tiltímetro- instrumento que permite inferir a contracção e expansão da lava no interior do vulcão.

Torrente de lava- Correntes de lava que se formam quando a lava é muito fluida e o terreno inclinado.

Vulcão- Estrutura por onde emanam naturalmente produtos a altas temperaturas vindos do interior da Terra. Esses produtos podem ser materiais em estado de fusão (lava), sólidos ou gasosos.

Vulcão tipo escudo- também chamado tipo Havai, fornece apenas lava pouco viscosa, que se derrama sobre terreno pouco inclinado, sem explosões.

SISMOS



Concepção e Programação

Maria da Conceição V. Pinho Aguiar

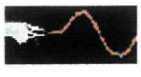
MENU PRINCIPAL



ORIGEM DOS SISMOS

ONDAS SÍSMICAS

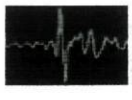
LOCALIZAÇÃO DOS SISMOS



EXPLORAR ONDAS 'P' e 'S'



SISMÓGRAFOS



SISMOGRAMAS

INTENSIDADE DOS SISMOS



ESTRUTURA DA TERRA



DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS SISMOS



DETERMINAÇÃO DO EPICENTRO DE UM SISMO



QUESTIONÁRIO

ORIGEM DOS SISMOS

Sabe-se que, na actualidade, a maioria dos grandes sismos está relacionada com forças que actuam lenta e continuamente sobre as rochas, em áreas, por vezes, profundas do globo terrestre.

A resistência das rochas submetidas a forças, num dado momento, é ultrapassada e dá-se a ruptura, acompanhada da deslocação dos dois blocos, formando-se uma **falha**.

Este acidente é acompanhado da libertação de grande quantidade de energia sob a forma de ondas sísmicas.

Posteriormente, as tensões nas rochas junto de uma falha podem voltar a acumular-se até ao ponto em que ocorre a reactivação da falha (ou mais, normalmente, de um sector da falha). De novo, há libertação de energia sob a forma de ondas sísmicas. Ou seja, ocorrerá um sismo que poderá ser sentido a milhares de quilómetros de distância do foco sísmico

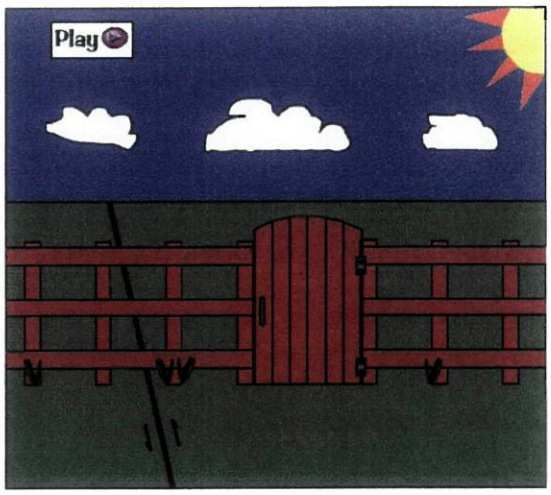
INVESTIGANDO – **Deformação de materiais devido à aplicação de forças.**

Vai mais longe ...

Se quiseres saber um pouco mais acerca dos diferentes tipos de forças que actuam sobre as rochas, então clica aqui.

DEFORMAÇÃO DE MATERIAIS DEVIDO À APLICAÇÃO DE FORÇAS

Imagina que, no interior da Terra, determinada parte rochosa está submetida a fortes pressões associadas a forças externamente exercidas.



Até certo ponto as rochas vão-se acomodando ao estado de tensão, deformando-se.

Mas quando o estado de tensão é suficientemente elevado, ocorre a fracturação súbita das rochas. É neste momento que o sismo é originado.

A ruptura dá origem a vibrações ou ondas sísmicas que se propagam em todas as direcções.

EXPERIMENTA

Clica no botão "Play" para poderes observar a deformação de materiais devido à aplicação de forças.

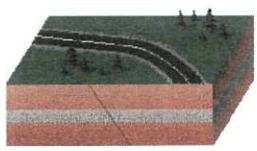
Volta à página anterior

FALHAS

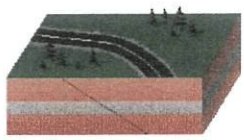
Os cientistas sabem que as rochas na crosta terrestre estão continuamente sujeitas a forças tectónicas, que se geram no interior do Globo.

A essas forças associam-se tensões (tractivas, compressivas ou de corte). As rochas submetidas a um estado de tensão tenderão a deformar-se até que, ultrapassada a sua resistência, fracturam com enorme libertação de energia.

A superfície de ruptura é aproximadamente plana designando-se por plano de falha.



Falha normal



Falha inversa

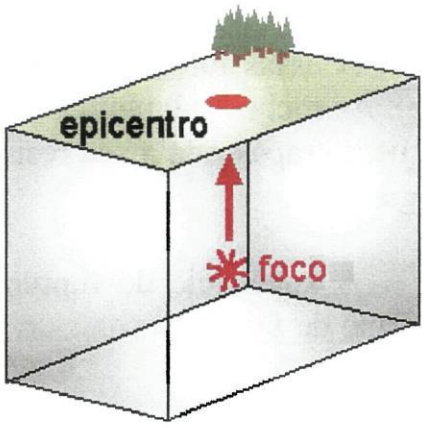


Falha de deslizamento

Volta à página anterior

LOCALIZAÇÃO DOS SISMOS

O ponto do interior do Globo onde teve origem o abalo denomina-se **foco sísmico** ou **hipocentro.** A partir do foco a vibração do material rochoso vai-se transmitindo em cadeia em todas as direcções até atingir a superfície da Terra.



O local da superfície da Terra mais próximo do hipocentro, ou seja, que fica na vertical em relação ao foco, denomina-se **epicentro.**

Vai mais longe ...

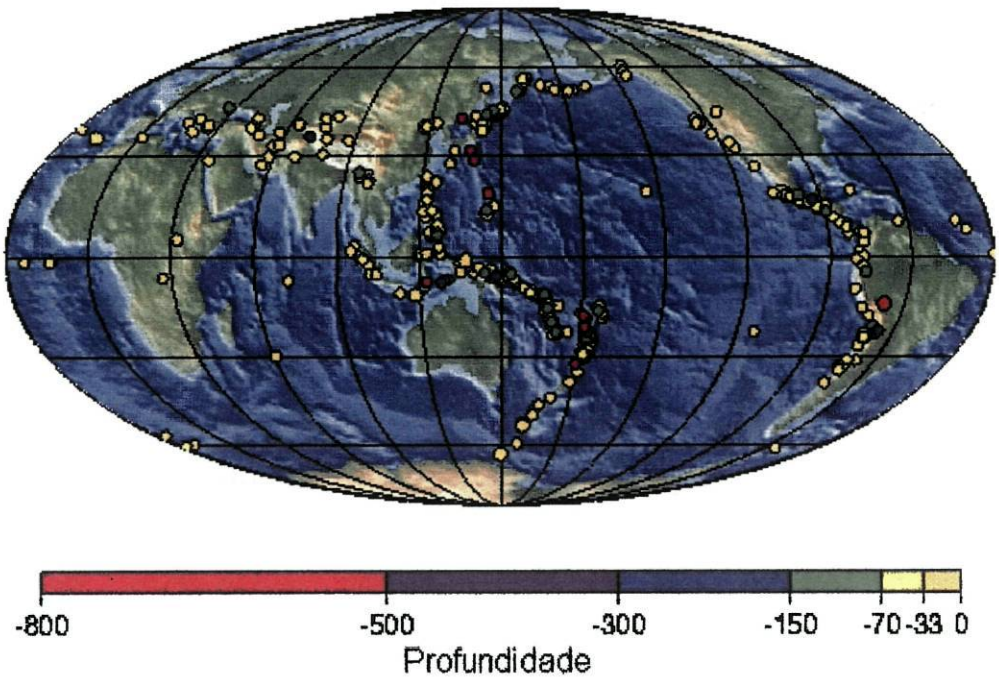
Se quiseres saber um pouco mais acerca deste assunto, então clica aqui.

CLASSIFICAÇÃO DOS SISMOS

De acordo com a profundidade do foco, os sismos podem ser :

- **Superficiais** – foco entre 0 e 60 km de profundidade.
- **Intermédios** – foco entre 60 e 300 km de profundidade.
- **Profundos** – foco entre 300 e 700 km de profundidade.

Distribuição geográfica dos focos sísmicos: 1975 - 1998



Volta à página anterior

ONDAS SÍSMICAS

As ondas sísmicas tomam várias formas, mas as duas mais importantes são conhecidas como ondas '**P**' e '**S**'.

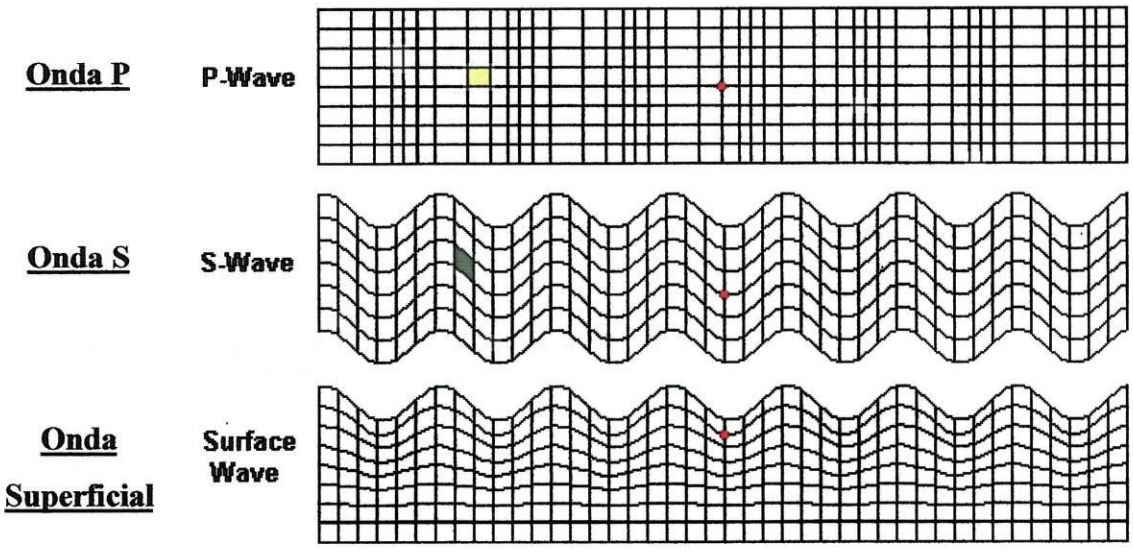
O quadro seguinte descreve a natureza de cada uma delas.

ONDA	NATUREZA	VELOCIDADE MÉDIA
ONDA **P**	**Primária (ou de compressão), onda que se propaga através da Terra como uma onda longitudinal**	6,5 km / s
ONDA **S**	Secundária (ou de cisalhamento), onda que se propaga através da Terra como uma onda transversal	3,2 km / s

Vai mais longe...

Se quiseres explorar um pouco mais os diferentes tipos de ondas sísmicas, então clica aqui.

ESQUEMA DA FORMA DE PROPAGAÇÃO DAS ONDAS SÍSMICAS



Volta à página anterior

EXPLORAR AS ONDAS 'P' e 'S'

Esta simulação permite que explores a diferença entre as ondas 'P' e as ondas 'S'.

Podes ver o efeito de uma onda S fazendo ondular uma corda. Tal como o solo num sismo, a corda sobe e desce à medida que uma onda de energia se propaga ao longo dela.



Iniciar animação

Uma mola dá uma boa ideia de como as ondas P são transmitidas. Se puxares e empurrares depressa, uma onda de movimento corre ao longo das espiras para a frente e para trás.



Iniciar animação

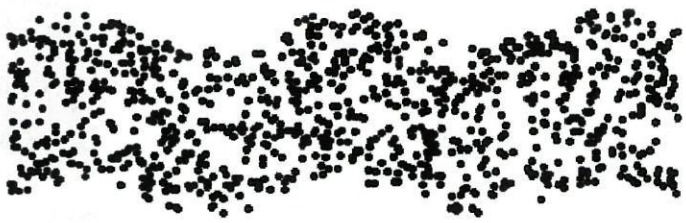
Vai mais longe...

Se quiseres explorar um pouco mais os diferentes tipos de ondas sísmicas, então clica aqui.

ONDAS LONGITUDINAIS E TRANSVERSAIS...

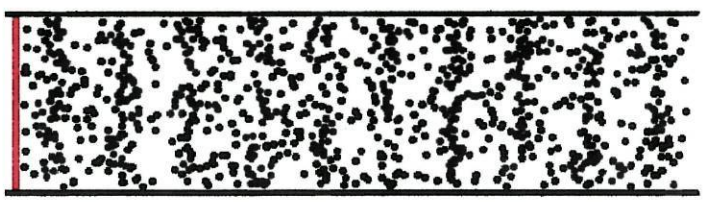
As ondas sísmicas classificam-se de acordo com o modo como as partículas oscilam em relação à direcção de propagação.

Nas **ondas transversais** as partículas vibram num plano perpendicular à direcção de propagação.



Iniciar animação

Nas **ondas longitudinais** as partículas vibram paralelamente à direcção de propagação.



Iniciar animação

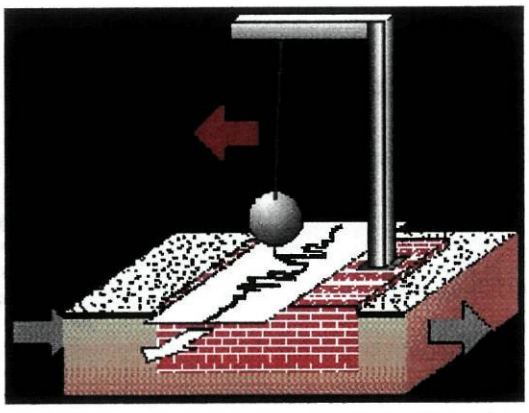
Volta à página anterior

SISMÓGRAFOS

As ondas sísmicas são detectadas pelos **sismógrafos**.

Um sismógrafo consta essencialmente de uma base presa ao solo e de um pêndulo associado a um estilete, que deixa um registo num tambor cilíndrico com movimento de rotação.

Quando o solo vibra, produz-se um deslocamento do cilindro em relação ao pêndulo, ficando registado um traço sinuoso.



- Sismógrafo horizontal
- Sismógrafo vertical

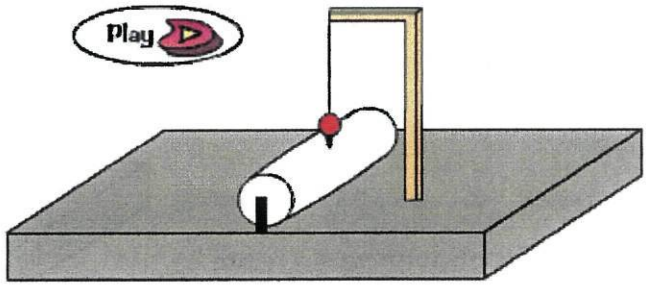
SISMÓGRAFOS – ONDAS 'P'

As compressões e expansões provocadas pela passagem das **ondas longitudinais 'P'** chegam de partes da Terra distantes do epicentro como movimentos **horizontais** da crusta terrestre.

O suporte e o papel neste sismógrafo irão movimentar-se com o solo, mas o pêndulo (massa pesada) e o estilete tendem a permanecer, por inércia, imóveis.

O traço resultante irá, portanto, registar todos os movimentos horizontais.

Sismógrafo horizontal



Experimenta

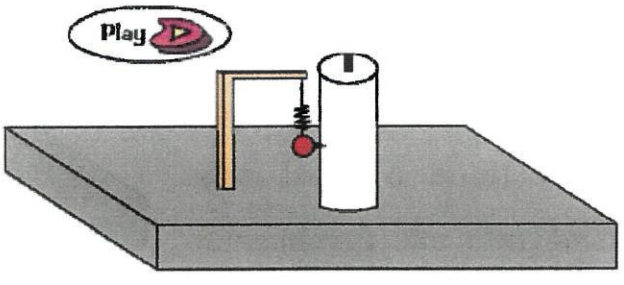
Clica no botão "play" para veres como é que o sismógrafo horizontal reage a um tremor de terra.

SISMÓGRAFOS – ONDAS 'S'

As vibrações das **ondas transversais 'S'** chegam de partes da Terra distantes do epicentro como movimentos **verticais** da crusta terrestre.

A base e o papel neste sismógrafo mover-se-ão com o solo, mas o pêndulo (massa pesada) e o estilete tendem a permanecer, por inércia, imóveis. O traço resultante irá, portanto, registar todos os movimentos verticais.

Sismógrafo vertical



EXPERIMENTA

Clica no botão "Play" para veres como é que o sismógrafo vertical reage a um sismo.

REGISTO DOS SISMOS

O **sismograma** é o registo do movimento do solo, durante um tremor de terra.

Um único sismógrafo trabalha apenas numa só direcção, e não pode dar informações sobre os movimentos da onda provenientes de outras direcções. Para ultrapassar este problema, as modernas estações sismográficas usam três instrumentos separados para registar as ondas sísmicas:

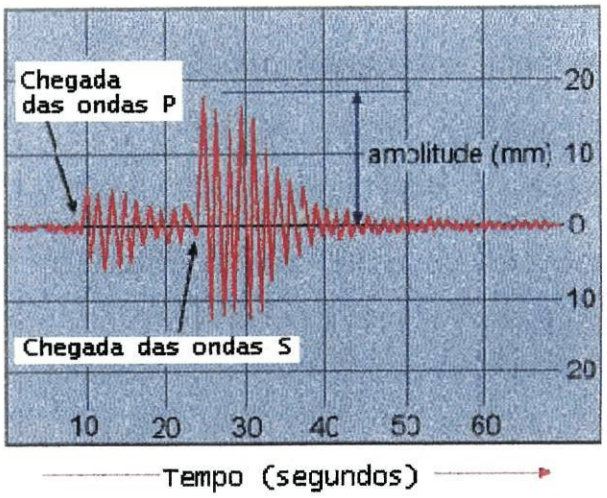
- um regista as ondas norte-sul
- outro regista as ondas este-oeste
- um terceiro regista as ondas verticais

Esta combinação de instrumentos fornece aos sismólogos informações muito úteis sobre as características das zonas terrestres atravessadas pelas ondas sísmicas. Instrumentos de **outras** estações podem ser usados para localizar o epicentro do sismo.

Se quiseres ver um exemplo de sismograma, clica aqui.

SISMOGRAMA

A figura em frente mostra um sismograma onde apenas estão registadas as vibrações correspondentes às ondas P e S.



Em primeiro lugar, são recebidas as ondas **P** que são as mais rápidas, sendo seguidas pelas ondas **S** e, finalmente, as ondas superficiais que são as mais lentas, mas de maior amplitude.

Como o sismograma também inclui o registo do tempo, é fácil determinar as diferenças entre os tempos de chegada das diversas ondas.

Volta à página anterior

INTENSIDADE DOS SISMOS

A intensidade baseia-se nos efeitos produzidos pelos sismos em pessoas, objectos, edifícios, pontes, estradas, etc.

Existem várias escalas para avaliar a intensidade dos sismos. Uma das mais correntemente utilizadas é a escala internacional que resultou de uma modificação da escala proposta por Mercalli-Sieberg, em 1902.

Esta escala não é muito exacta, mas é fácil de utilizar, pois não há necessidade de medições com aparelhos.

- Escala de Mercalli
- Carta de isossistas




ACTIVIDADE

Determinação da intensidade sísmica

Vai mais longe ...

Se estiveres interessado em saber um pouco mais acerca deste assunto, então clica aqui.

ESCALA DE MERCALLI-SIEBERG (modificada)

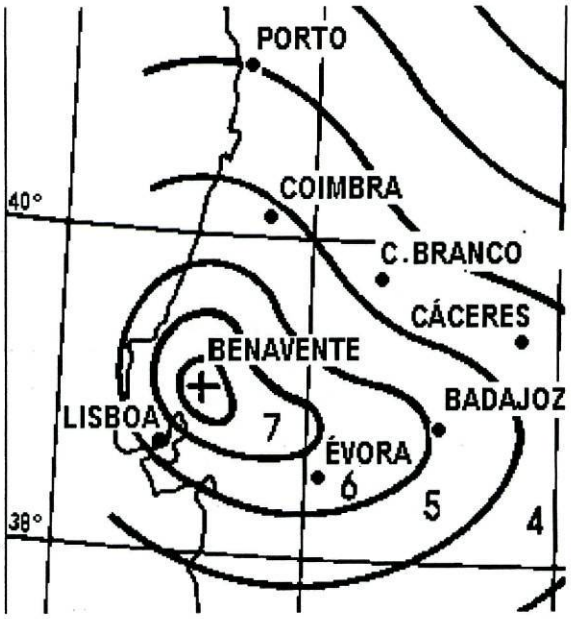
INTENSIDADE	ÍNDICE	DESCRIÇÃO DOS EFEITOS QUALITATIVOS
I	Imperceptível	Detectado só pelos sismógrafos.
II	Fraco	Sentido por algumas pessoas em repouso; os objectos suspensos oscilam.
III	Ligeiro	Vibração semelhante à de um camião; carros parados deslocam-se.
IV	Moderado	Sentido no interior das casas; algumas pessoas acordam; vibração de pratos e janelas
V	Ligeiramente forte	Sentido pela maioria das pessoas; muitos acordam; o estuque cai; pratos e janelas partem.
VI	Forte	Sentido por todos; muitos assustam-se; chaminés caem; a mobília desloca-se.
VII	Muito forte	Alarme; muitas pessoas fogem; edifícios de estruturas fracas são danificados.
VIII	Destruidor	Alarme geral; toda a gente foge; estruturas frágeis fortemente atingidas; ligeiras alterações nas estruturas principais; queda de monumentos.
IX	Ruinoso	Pânico; destruição total das estruturas frágeis; danos importantes nas grandes construções; fissuras no terreno.
X	Desastroso	Pânico; só os melhores edifícios se mantêm; fundações arruinadas; os carris dobram; grandes deslizamentos.
XI	Muito desastroso	Pânico; poucas estruturas resistem; largas fendas no terreno.
XII	Catastrófico	Grande pânico; destruição total; terreno ondula; objectos voam.

Volta à página anterior

CARTA DE ISOSSISTAS

Ligando, sobre uma carta, os pontos onde o sismo se fez sentir com a mesma intensidade, obtêm-se as **isossistas.**

As cartas de isossistas mostram a variação da intensidade do abalo sísmico ao longo de uma região.



Carta de isossitas – sismo de Benavente (1909)

Os danos causados por um sismo dependem não só da energia libertada, mas também de outros factores como:

- a região ser ou não habitada;
- o tipo de construção;
- a constituição geológica dos terrenos;
- o grau de preparação da população para agir, de modo a saber proteger-se e proteger os outros.

Volta à página anterior

ESCALA DE RICHTER

Além da escala de Mercalli e Sieberg, usa-se actualmente a escala de Richter. Nesta, determina-se a magnitude sísmica através da análise dos sismogramas, em função da amplitude das ondas sísmicas registadas e tendo em conta o afastamento do sismógrafo relativamente ao epicentro.

Uma magnitude sísmica não se baseia nos efeitos do sismo, mas traduz a energia libertada no hipocentro.

A escala de Richter é, portanto, uma escala quantitativa aberta, sem limite inferior ou superior. No entanto, nunca se registou um sismo de magnitude superior a 9, o que poderá corresponder a um limite de energia tensional acumulável nas rochas crustais.

Se estiveres interessado em ver o mapa do sul da Califórnia, com a localização dos epicentros dos sismos de magnitude igual ou superior a 4,5, ocorridos de 1932 a 1995, clica aqui.

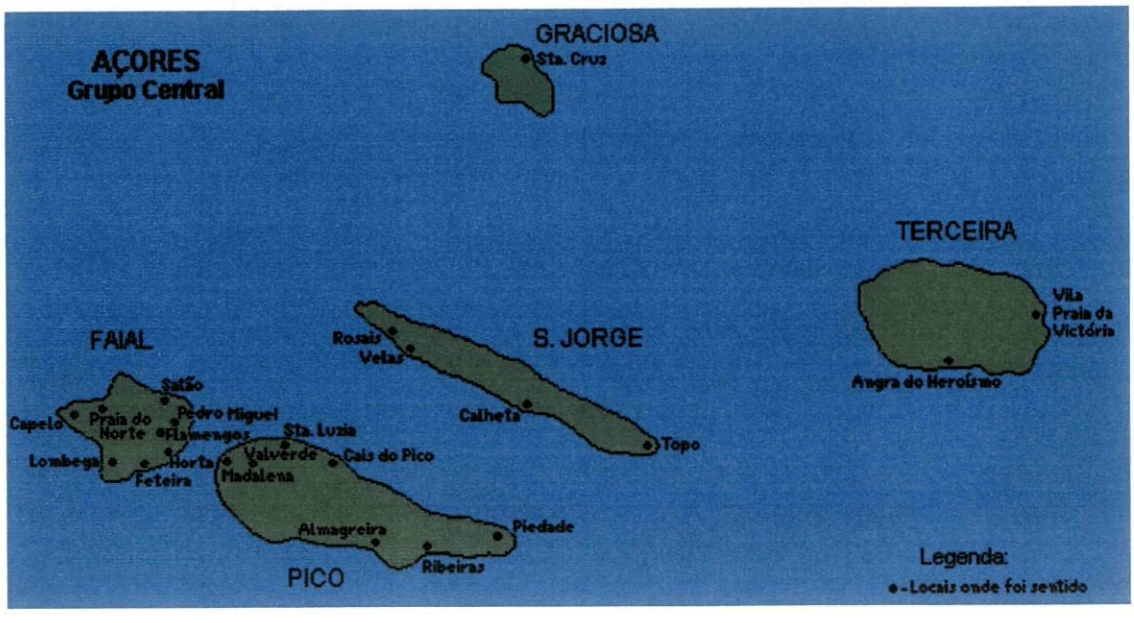
Volta à página anterior

ACTIVIDADE

DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE SÍSMICA

No dia 9 de Julho de 1998, às 05,19 h, ocorreu no Arquipélago dos Açores um terramoto devastador. Este sismo foi sentido em todas as ilhas do Grupo Central.

As descrições que se seguem foram obtidas em dez das localidades assinaladas no mapa.



Continua

Se quiseres voltar à página "INTENSIDADE DOS SISMOS", clica aqui.

LOCALIDADE: Angra do Heroísmo (Terceira)

DESCRIÇÃO: Sentido dentro das habitações, despertando do sono um pequeno número de pessoas. Notou-se a vibração de portas, janelas e das loiças nos armários.

INTENSIDADE: [ ]

LOCALIDADE: Capelo (Faial)

DESCRIÇÃO: Praticamente sentido por toda a população, fazendo acordar muita gente.
Abriram-se pequenas fendas nos estuques das paredes.

INTENSIDADE: [ ]

LOCALIDADE: Flamengos (Faial)

DESCRIÇÃO: Verificaram-se estragos importantes e generalizados nas construções mais frágeis. Desencadeou pânico geral nas populações.

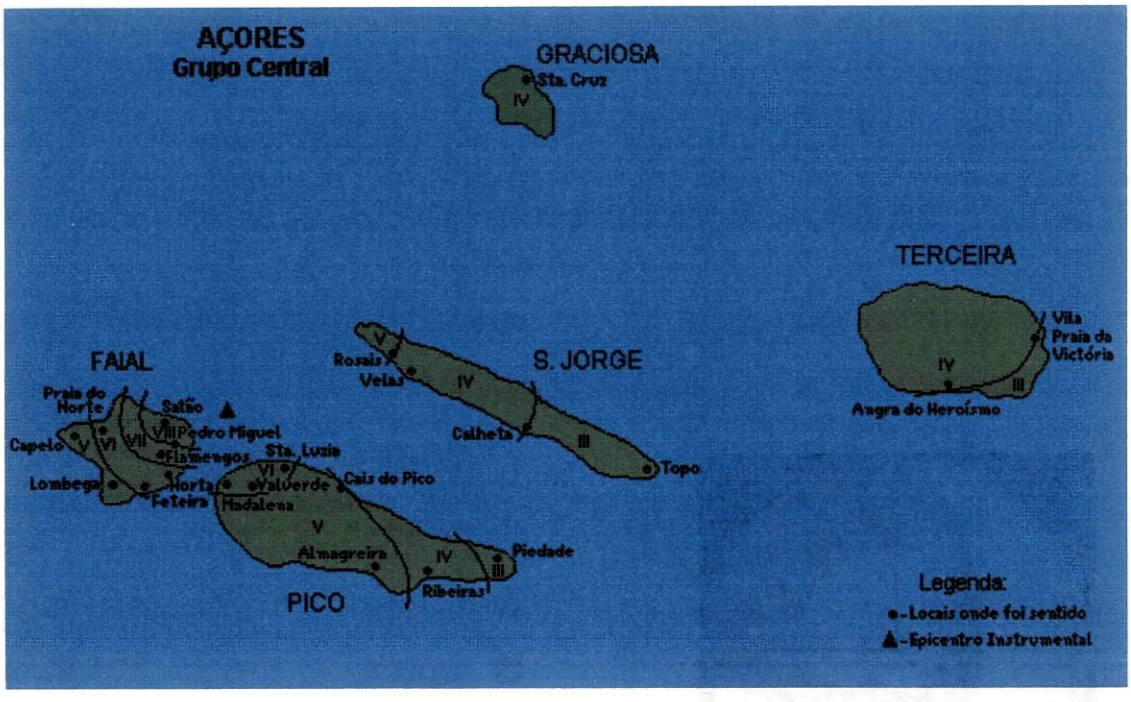
INTENSIDADE: [ ]

LOCALIDADE: Horta (Faial)

DESCRIÇÃO: Provocou início de pânico nas populações; verificaram-se danos leves nas habitações. O mobiliário pesado deslocou-se.

INTENSIDADE: [ ]

Carta de isossistas do sismo de 9 de julho de 1998, nos Açores

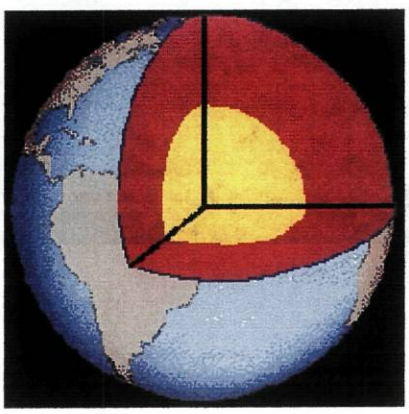


Voltar à página "INTENSIDADE DOS SISMOS"

ESTRUTURA DA TERRA

O estudo da propagação das ondas sísmicas fornece dados muito importantes para a elaboração de um modelo da estrutura do globo terrestre.

Segundo o modelo assente, a Terra não é homogénea, mas sim constituída por zonas concêntricas de composição diferente:

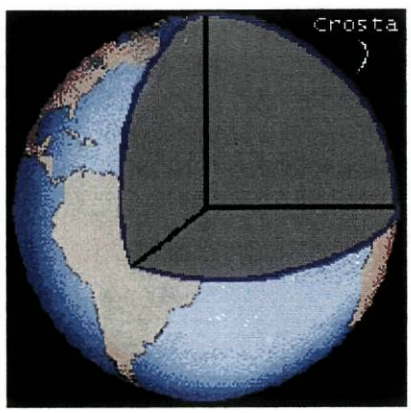


- Crosta
- Manto
- Núcleo

A CROSTA TERRESTRE

Zona superficial, rígida, que constitui os continentes e os fundos oceânicos.

A crosta inclui:

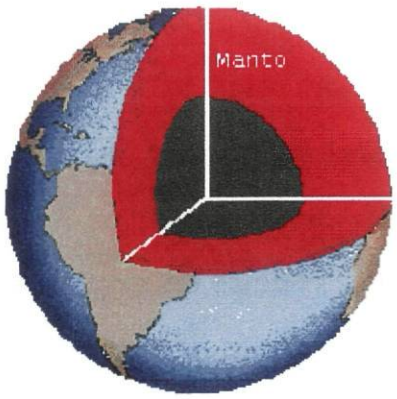


Crosta continental – tem uma espessura média de 35 km podendo atingir os 70 km a nível das grandes cadeias de montanhas. É essencialmente formada por granitos e rochas de composição semelhante.

Crosta oceânica – tem espessura compreendida entre 5 e 10 km. É essencialmente formada por basaltos.

Volta à página anterior

O MANTO



Zona do globo terrestre que se estende desde a base da crosta até ao núcleo.

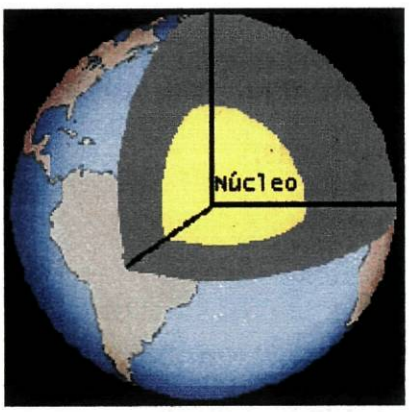
Representa 4/5 do volume da Terra.

O manto é normalmente dividido em três camadas (superior, intermédia e inferior)

Volta à página anterior

O NÚCLEO

Ocupa a zona central da Terra a partir dos 2900 km de profundidade. É essencialmente constituído por ferro e níquel.



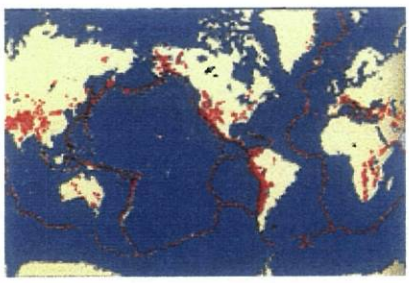
Está subdividido em:

Núcleo externo – que se julga ser líquido.

Núcleo interno – que se admite ser sólido.

Volta à página anterior

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS SISMOS



Carta da distribuição dos focos sísmicos

Segundo a teoria da Tectónica de Placas a camada exterior da Terra – **litosfera** – está dividida em placas que deslizam sobre o manto não litosférico.

As áreas de grande actividade sísmica coincidem com zonas muito instáveis da Terra, ou seja, nas fronteiras das placas litosféricas.

Os limites entre as placas podem ser :

- Convergentes, quando se encontram em rota de colisão
- Divergentes, quando se afastam mutuamente
- Transformantes, quando as placas se movem lateralmente, ao longo de um plano de deslizamento vertical

FRONTEIRAS CONVERGENTES



Iniciar animação

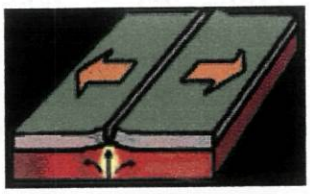
Em fronteiras convergentes podem ocorrer fenómenos de subducção. Nestas zonas, a placa dos fundos oceânicos mergulha por baixo doutra placa, acabando por fundir novamente e originar magmas.

Fossas profundas aparecem nestas fronteiras.

O deslizamento de uma placa por baixo de outra leva à ocorrência de sismos, por vezes violentos. O magma resultante da fusão do material que mergulha pode ascender através de fracturas, ocasionando fenómenos de vulcanismo. Daí que estas zonas sejam regiões de grande actividade sísmica e vulcânica.

Volta à página anterior

FRONTEIRAS DIVERGENTES



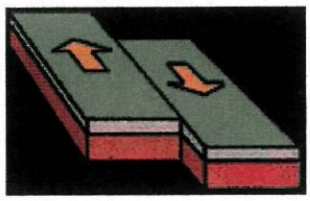
Iniciar animação

Há grande actividade sísmica nas fronteiras de divergência, ou seja, a nível dos riftes das dorsais oceânicas, onde se gera e alastra o fundo oceânico.
Os magmas que saem pelos riftes provêm do manto e solidificando constituem o fundo oceânico, de natureza basáltica.

Assim, a partir dos riftes dá-se o alastramento do fundo marinho devido à formação de nova crosta.

Volta à página anterior

FRONTEIRAS TRANSFORMANTES



Iniciar animação

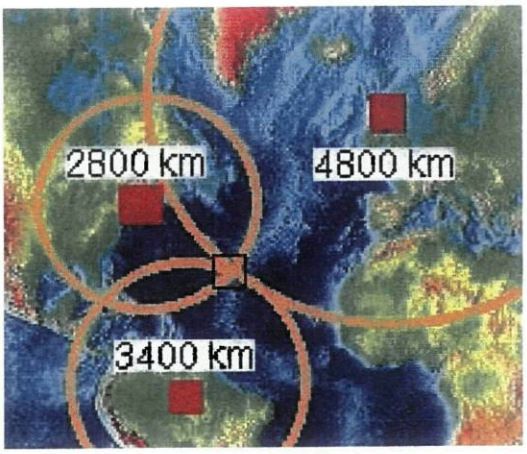
As falhas transformantes constituem o terceiro tipo de fronteira entre as placas litosféricas.

Correspondem a locais onde não há nem formação nem destruição de crosta.

Nestas zonas ocorrem apenas fenómenos sísmicos.

Volta à página anterior

DETERMINAÇÃO DO EPICENTRO DE UM SISMO



A localização do epicentro baseia-se na diferença de tempo de chegada das ondas P e S, a diferentes estações.

A partir do intervalo de tempo observado, entre a chegada dessas ondas, é possível calcular a distância epicentral de cada estação existindo mesmo tabelas para esse fim.

Se, para o mesmo sismo, se conhecerem as distâncias epicentrais determinadas em 3 estações diferentes, poderá localizar-se, por intersecção numa carta, a região epicentral.

Sobre uma carta traçam-se 3 circunferências com centro nas estações sismológicas respectivas e com raios iguais às distâncias epicentrais, convertidas à escala da carta. Idealmente, o ponto de intersecção das 3 circunferências corresponderá ao epicentro.

ACTIVIDADE

Selecciona uma das seguintes regiões:

S. Francisco

Califórnia meridional

Japão

México

DETERMINAÇÃO DO EPICENTRO DE UM SISMO – EXERCÍCIO 1

Mapa da região que seleccionaste

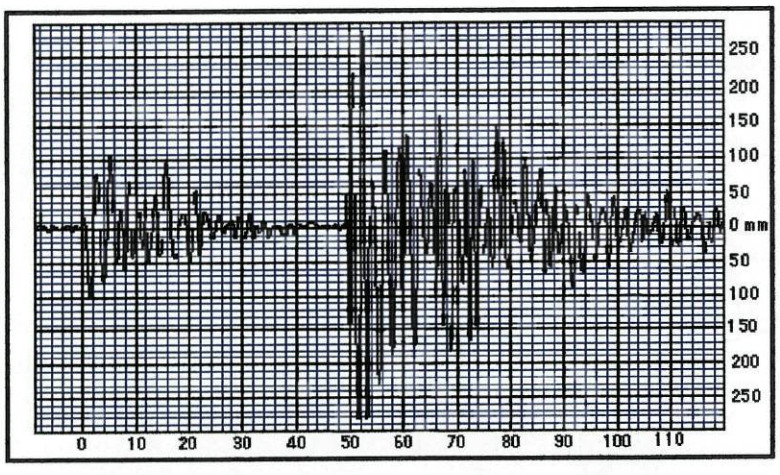


Seguem-se 3 sismogramas registados em 3 estações sismográficas: Eureka, Elko e Las Vegas , referentes a um sismo sentido na Califórnia.

Voltar à página "Determinação do Epicentro de um Sismo"

Observa com atenção os três sismogramas e regista, no local correspondente, a diferença de tempo de chegada das ondas P e S a cada uma das estações sismográficas.

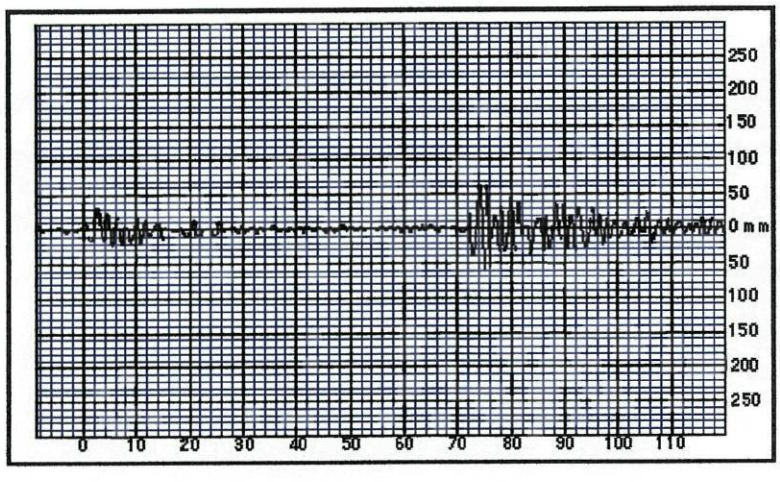
(Se tiveres dúvidas na determinação do intervalo S-P, clica aqui)



Estação sismográfica de Eureka

Intervalo S-P

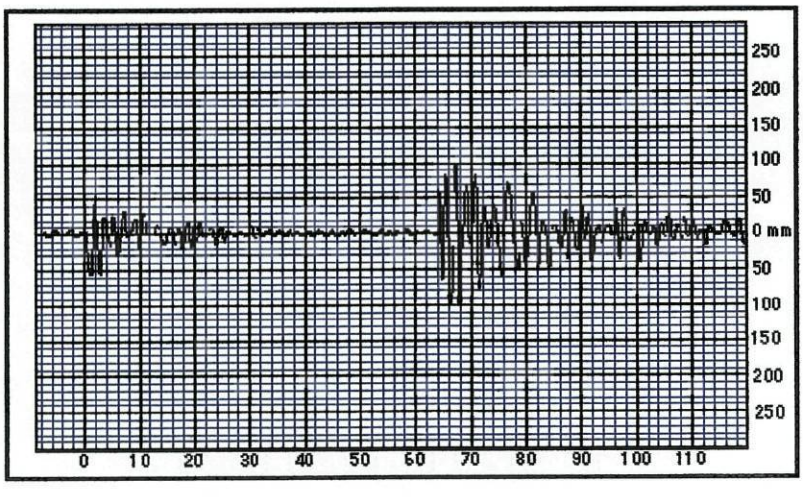
☐ segundos



Estação sismográfica de Elko

Intervalo S-P

☐ segundos

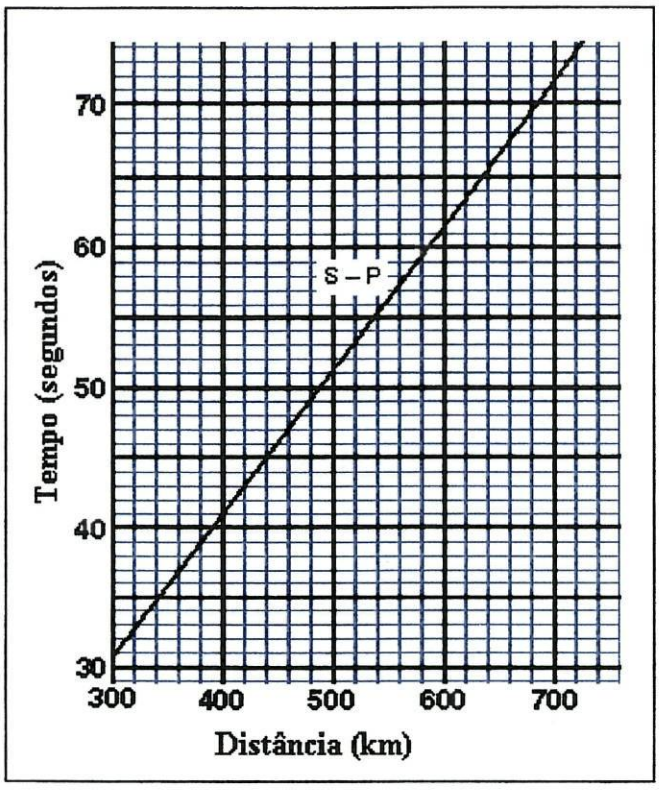


Estação sismográfica de Las Vegas

Intervalo S-P

☐ segundos

Utilizando os valores observados (Quadro I) e o diagrama abaixo, diz qual a distância aproximada de cada uma das estações ao epicentro sísmico.



Quadro I

Estação sismográfica	Intervalo S-P (segundos)
Eureka	49
Elko	72
Las Vegas	64

Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Eureka ao epicentro?

480 km	540 km	420 km

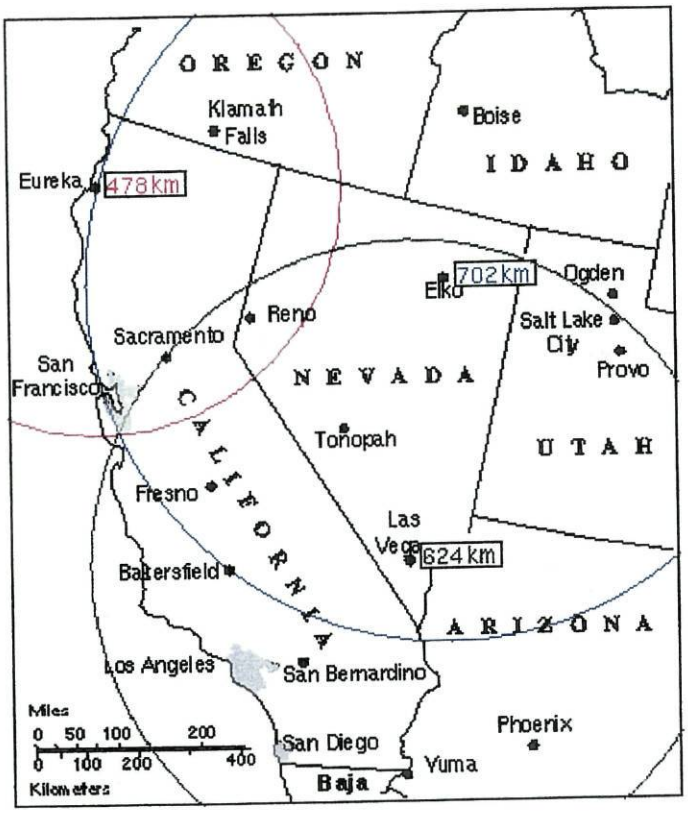
Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Elko ao epicentro?

680 km	600 km	700 km

Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Las Vegas ao epicentro?

600 km	620 km	640 km

Localização do epicentro de um sismo verificado na Califórnia



A intersecção das três circunferências, cujos raios representam as distâncias epicentrais reduzidas à escala do mapa, marca a zona epicentral.

Volta à página "Determinação do epicentro de um sismo"

DETERMINAÇÃO DO EPICENTRO DE UM SISMO – EXERCÍCIO 2

Mapa da região que seleccionaste

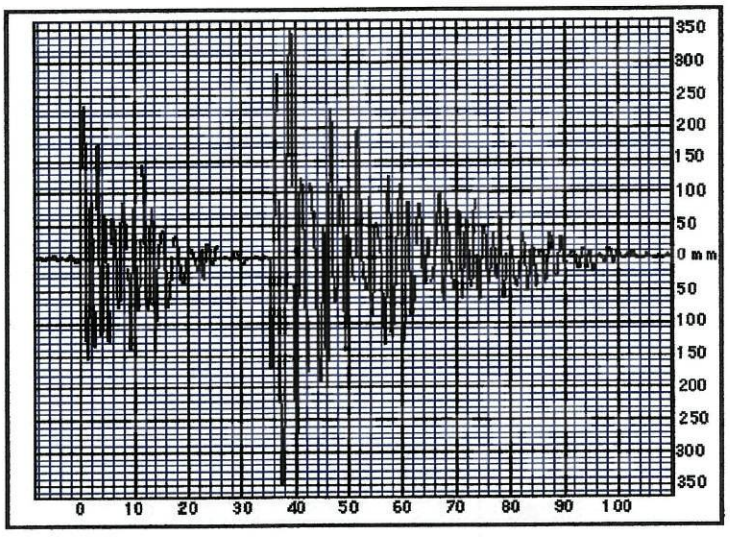


Seguem-se 3 sismogramas registados em 3 estações sismográficas: Fresno, Las Vegas e Phoenix, referentes a um sismo sentido na Califórnia meridional.

Voltar à página "Determinação do Epicentro de um Sismo"

Observa com atenção os três sismogramas e regista, no local correspondente, a diferença de tempo de chegada das ondas P e S a cada uma das estações sismográficas.

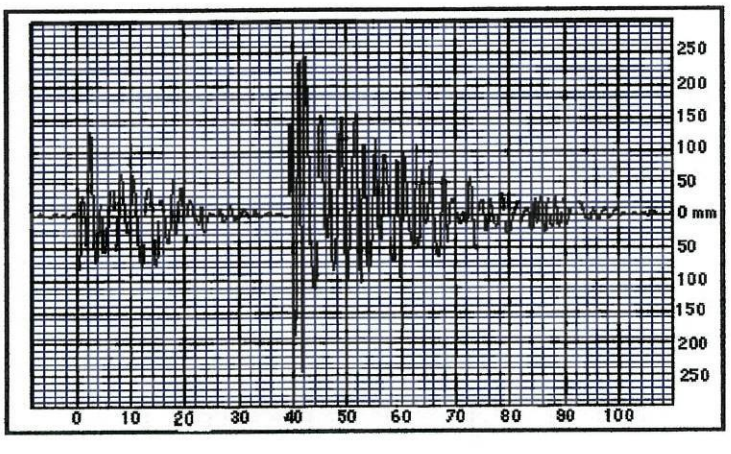
(Se tiveres dúvidas na determinação do intervalo S-P, clica aqui)



Estação sismográfica de Fresno

Intervalo S-P

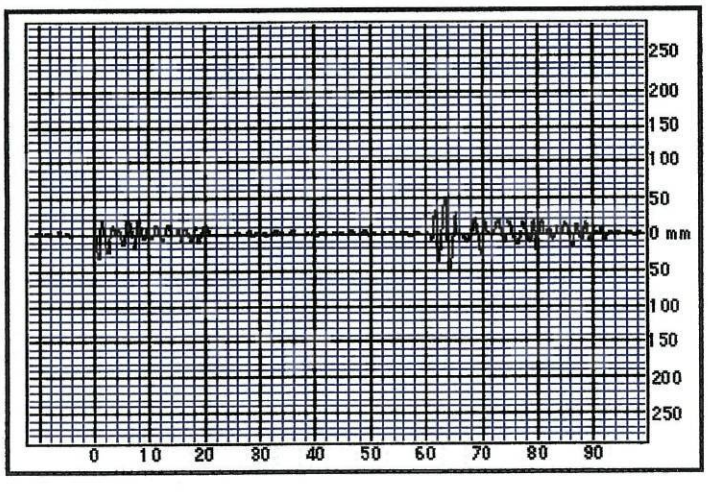
[ ] segundos



Estação sismográfica de Las Vegas

Intervalo S-P

[ ] segundos

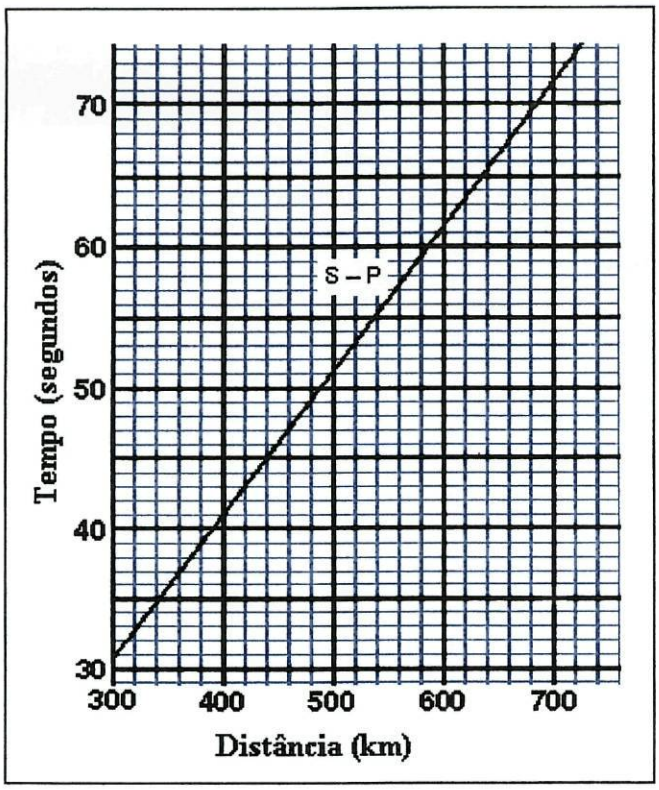


Estação sismográfica de Phoenix

Intervalo S-P

[ ] segundos

Utilizando os valores observados (Quadro I) e o diagrama abaixo, diz qual a distância aproximada de cada uma das estações ao epicentro sísmico.



Quadro I

Estação sismográfica	Intervalo S-P (segundos)
Fresno	35
Las Vegas	39
Phoenix	61

Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Fresno ao epicentro?

345 km	300 km	360 km

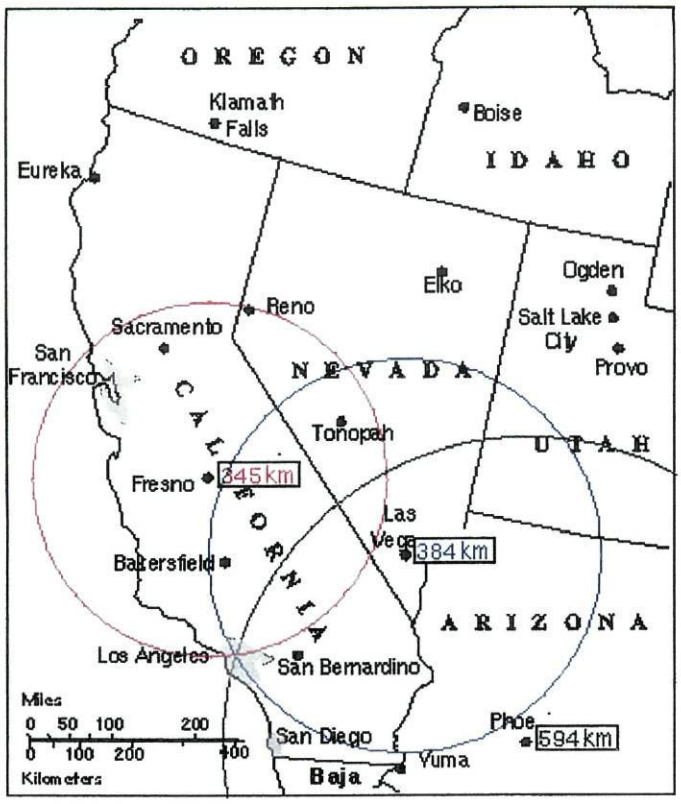
Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Las Vegas ao epicentro?

380 km	360 km	400 km

Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Phoenix ao epicentro?

620 km	580 km	590 km

Localização do epicentro de um sismo verificado na Califórnia meridional

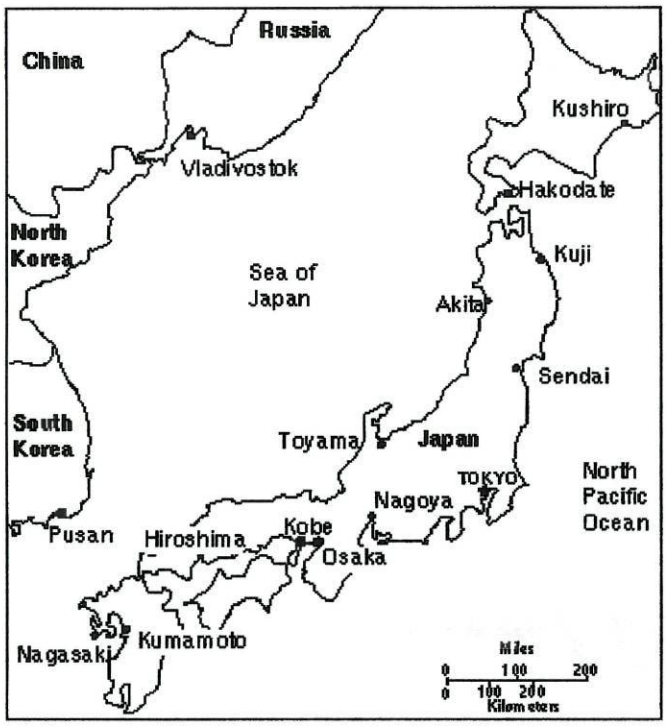


A intersecção das três circunferências, cujos raios representam as distâncias epicentrais, reduzidas à escala do mapa, marca a zona epicentral.

Volta à página "Determinação do epicentro de um sismo"

DETERMINAÇÃO DO EPICENTRO DE UM SISMO – EXERCÍCIO 3

Mapa da região que seleccionaste

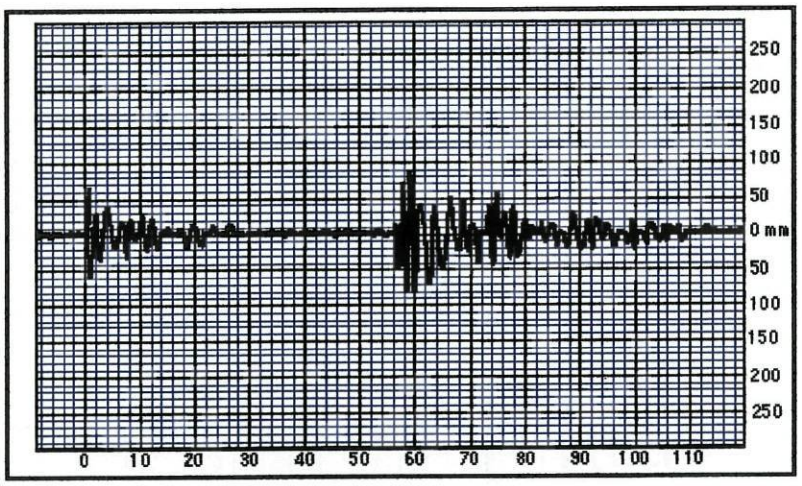


Seguem-se 3 sismogramas registados em 3 estações sismográficas: Pusan, Tokyo e Akita e, referentes a um sismo sentido no Japão.

Voltar à página "Determinação do Epicentro de um Sismo"

Observa com atenção os três sismogramas e regista, no local correspondente, a diferença de tempo de chegada das ondas P e S a cada uma das estações sismográficas.

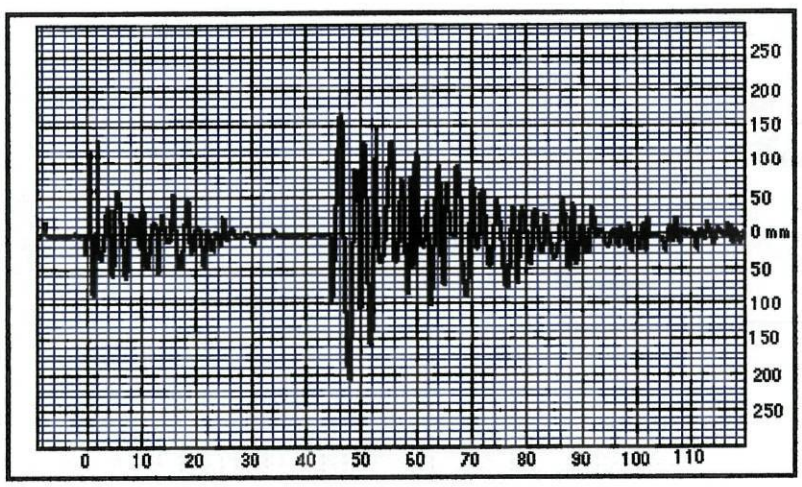
(Se tiveres dúvidas na determinação do intervalo S-P, clica aqui)



Estação sismográfica de Pusan

Intervalo S-P

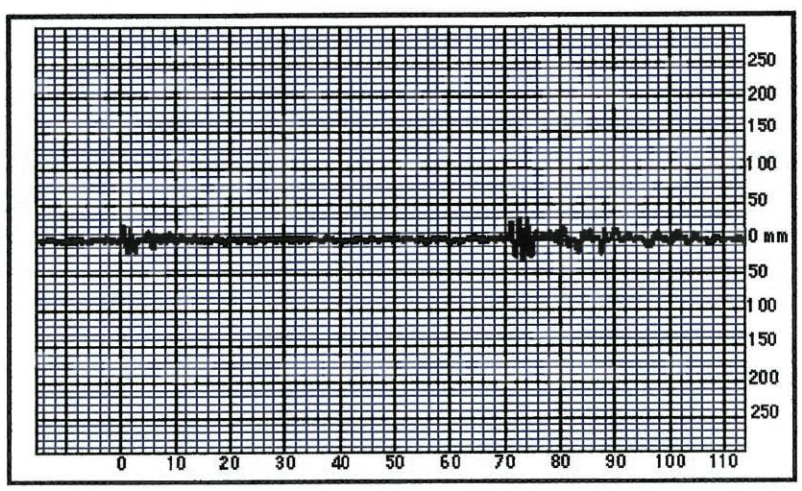
☐ segundos



Estação sismográfica de Tokyo

Intervalo S-P

☐ segundos

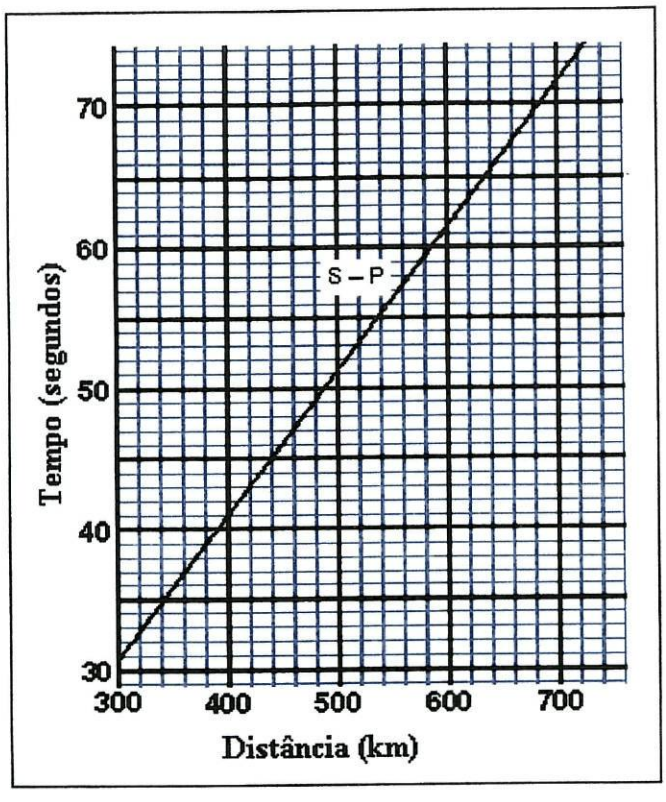


Estação sismográfica de Akita

Intervalo S-P

☐ segundos

Utilizando os valores observados (Quadro I) e o diagrama abaixo, diz qual a distância aproximada de cada uma das estações ao epicentro sísmico.



Quadro I

Estação sismográfica	Intervalo S-P (segundos)
Pusan	56
Tokyo	44
Akita	71

Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Pusan ao epicentro?

520 km | 550 km | 580 km

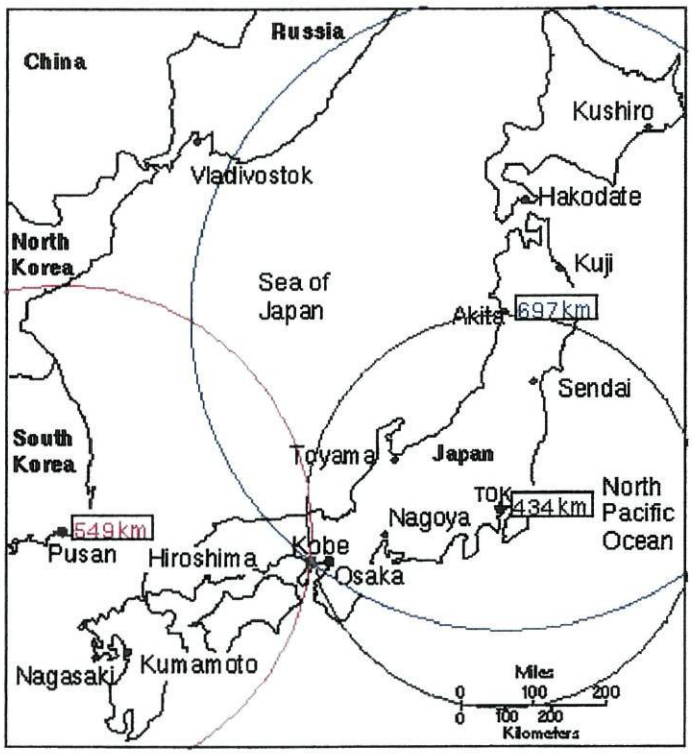
Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Tokyo ao epicentro?

400 km | 430 km | 460 km

Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Akita ao epicentro?

700 km | 680 km | 710 km

Localização do epicentro de um sismo verificado no Japão

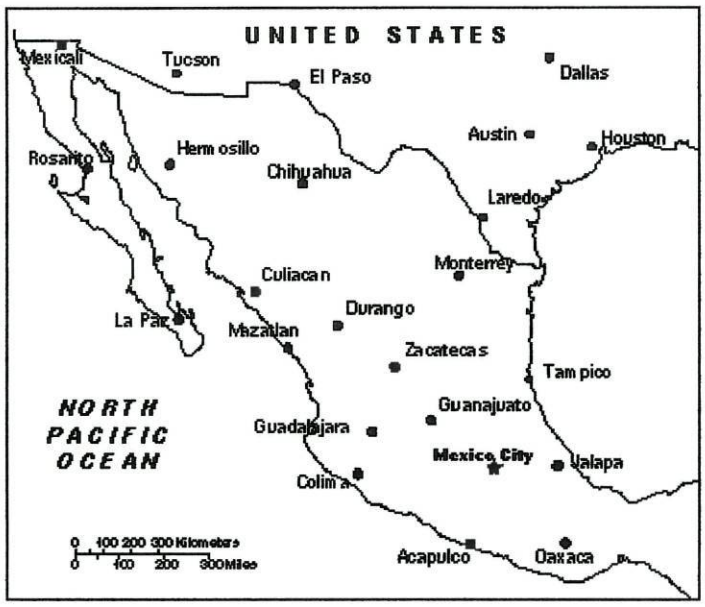


A intersecção das três circunferências, cujos raios representam as distâncias epicentrais, reduzidas à escala do mapa, marca a zona epicentral.

Volta à página "Determinação do epicentro de um sismo"

DETERMINAÇÃO DO EPICENTRO DE UM SISMO – EXERCÍCIO 4

Mapa da região que seleccionaste

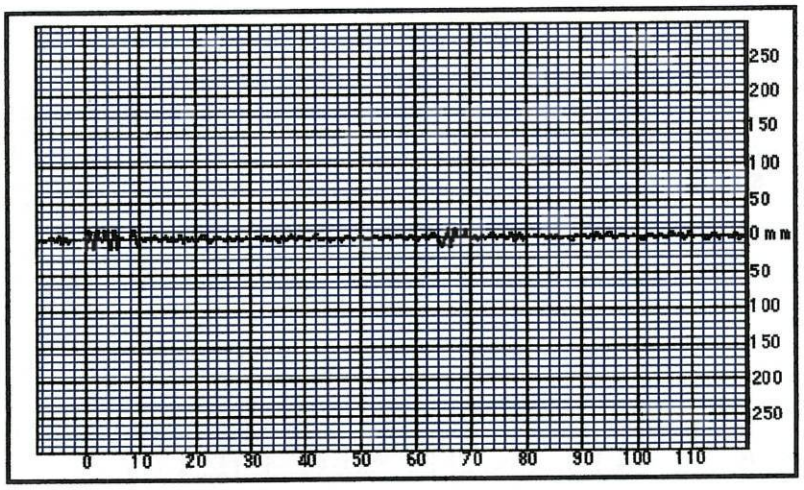


Seguem-se 3 sismogramas registados em 3 estações sismográficas: Chihuahua, Rosarito e Mazatlan e, referentes a um sismo sentido no México.

Voltar à página "Determinação do Epicentro de um Sismo"

Observa com atenção os três sismogramas e regista, no local correspondente, a diferença de tempo de chegada das ondas P e S a cada uma das estações sismográficas.

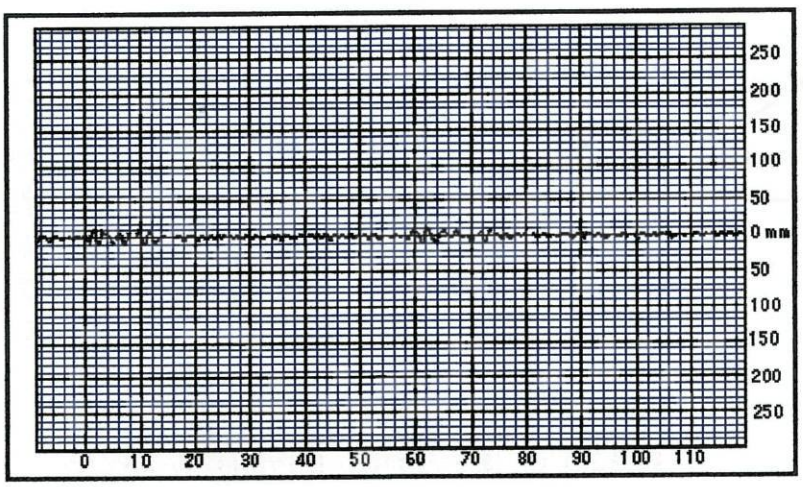
(Se tiveres dúvidas na determinação do intervalo S-P, clica aqui)



Estação sismográfica de Chihuahua

Intervalo S-P

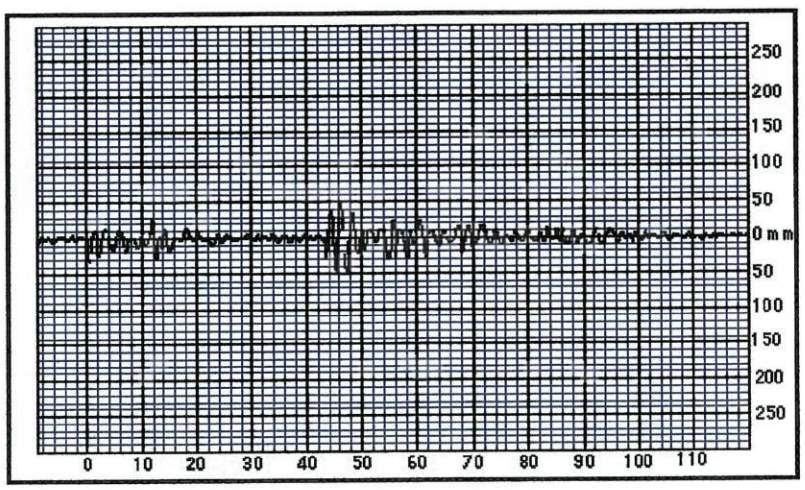
☐ segundos



Estação sismográfica de Rosarito

Intervalo S-P

☐ segundos

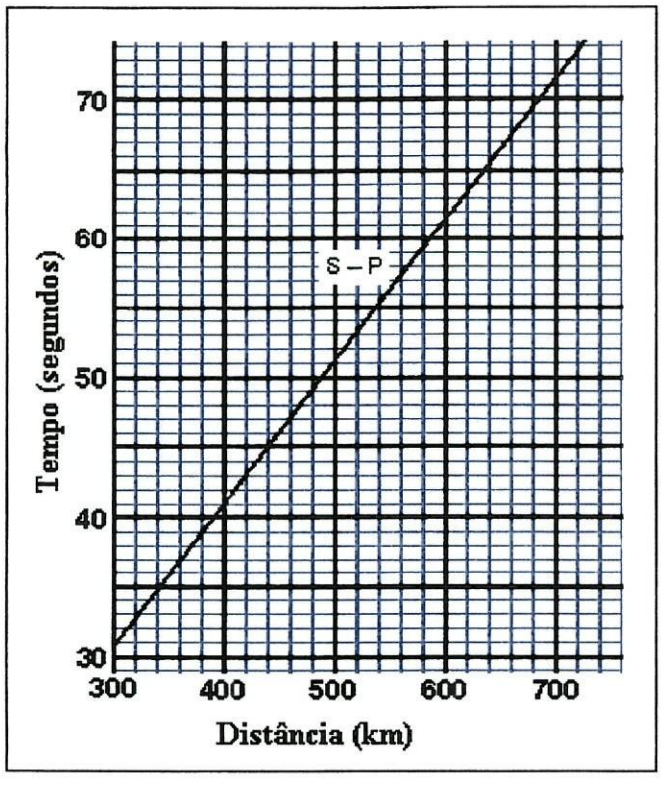


Estação sismográfica de Mazatlan

Intervalo S-P

☐ segundos

Utilizando os valores observados (Quadro I) e o diagrama abaixo, diz qual a distância aproximada de cada uma das estações ao epicentro sísmico.



Quadro I

Estação sismográfica	Intervalo S-P (segundos)
Chihuahua	64
Rosarito	43
Mazatlan	59

Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Chihuahua ao epicentro?

600 km	620 km	640 km

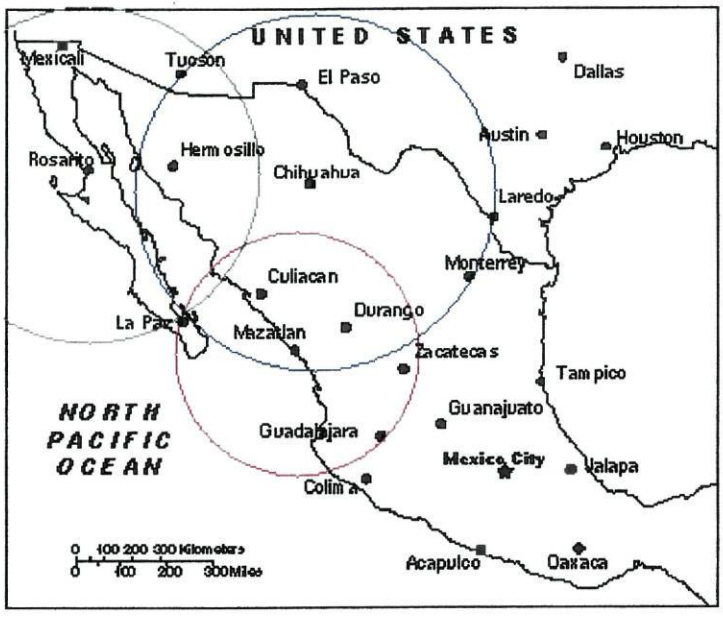
Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Rosarito ao epicentro?

400 km	410 km	420 km

Qual é a distância aproximada da estação sismográfica de Mazatlan ao epicentro?

520 km	540 km	580 km

Localização do epicentro de um sismo verificado no México



A intersecção das três circunferências, cujos raios representam as distâncias epicentrais, reduzidas à escala do mapa, marca a zona epicentral.

Volta à página "Determinação do epicentro de um sismo"

QUESTIONÁRIO

Seguem-se oito questões. Procura responder a cada uma delas.



QUESTÃO 1

Qual das afirmações seguintes está correcta ?

- Epicentro é a zona da superfície terrestre situada na vertical do foco sísmico.
- Epicentro é o local de origem de um sismo, situado a profundidade variável.
- Epicentro de um sismo é a linha que une o foco sísmico com a superfície da Terra.



QUESTÃO 2

Por que razão se utilizam vulgarmente dois sismógrafos para detectar as ondas 'P'?

- Um dos registos é utilizado como termo de comparação.
- Para conferir se a perturbação é registada com exactidão.
- Para detectar os movimentos nas direcções este-oeste e norte-sul.



QUESTÃO 3

Qual das afirmações seguintes está correcta ?

- As ondas S são transversais.
- As ondas P são transversais.
- As ondas P e S são, ambas, longitudinais.

QUESTÃO 4

Qual das afirmações seguintes está correcta ?

- As ondas S propagam-se apenas através dos meios sólidos.
- As ondas S propagam-se através de meios sólidos e líquidos.
- As ondas S propagam-se apenas através dos meios líquidos.

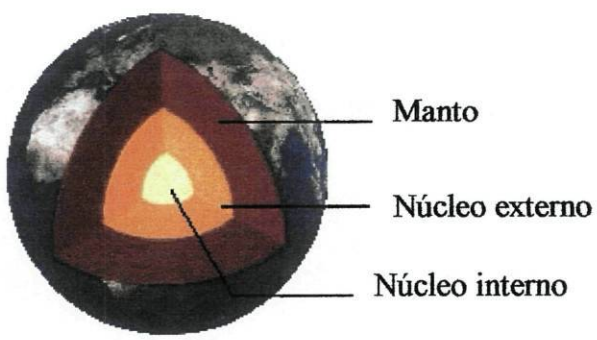
QUESTÃO 5

Qual das afirmações seguintes está correcta ?

- As ondas P propagam-se apenas através dos meios sólidos.
- As ondas P propagam-se através dos meios sólidos e líquidos.
- As ondas P propagam-se apenas através dos meios líquidos.

QUESTÃO 6

Qual das afirmações seguintes, acerca da estrutura interna da Terra, está correcta?



- O núcleo interno e o núcleo externo da Terra são líquidos e o manto é sólido.
- O núcleo interno da Terra é líquido e o núcleo externo e o manto são sólidos.
- O núcleo interno da Terra e o manto são sólidos e o núcleo externo é líquido.

QUESTÃO 7

Das frases que se seguem, assinala a correcta:

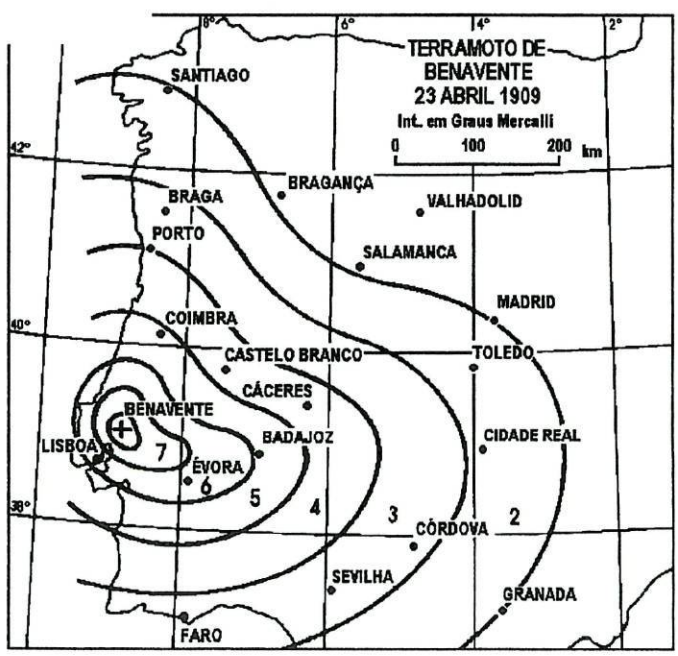
- Os sismógrafos permitem registar somente as ondas sísmicas muito fracas.
- Os prejuízos provocados por um sismo dependem apenas da distância epicentral.
- Os prejuízos provocados por um sismo dependem apenas da profundidade do foco.
- A partir do foco, as ondas sísmicas propagam-se em todas as direcções.

QUESTÃO 8

A figura representa a carta de isossistas de um sismo que ocorreu em 1909.

Qual a zona de maior intensidade sísmica ?

- Madrid
- Lisboa
- Benavente



GLOSSÁRIO

Amplitude de uma onda – Distância máxima que uma partícula se afasta da sua posição de repouso, durante a oscilação.

Astenosfera – Zona do manto na base da litosfera, cuja menor rigidez é atribuída a um estado de fusão parcial (1-10%). Estender-se-á até uma profundidade de 250 km.

Crosta terrestre – Zona superficial, rígida, do globo terrestre que constitui os continentes e os fundos oceânicos. A sua espessura varia entre 10 e 70 km, sendo mais espessa a nível dos continentes que a nível dos oceanos.

Distância epicentral – distância de um dado local ao epicentro de determinado sismo.

Dorsal oceânica – Relevo montanhoso do fundo oceânico, alongado e extenso.

Epicentro – Zona da superfície terrestre situada na vertical do foco sísmico.

Escala de intensidade sísmica – Escala constituída por uma série de graus que serve para avaliar a violência de um sismo. Uma das escalas mais utilizadas é a escala de Mercalli modificada, constituída por doze graus baseados nas declarações de testemunhas, no inventário das destruições causadas e das modificações do terreno.

Falha – Fractura num maciço rochoso com deslocamento relativo dos dois blocos ao longo do plano de fractura (plano de falha).

Falha de deslizamento – falha vertical em que o deslocamento relativo dos dois blocos é horizontal.

Falha inversa – falha inclinada ao longo da qual ocorre levantamento do bloco acima do plano de falha. Também se diz compressiva, por ocasionar um encurtamento e um espessamento do bloco crustal.

Falha normal – falha inclinada ao longo da qual ocorre o afundamento do bloco situado acima do plano de falha. Também se diz distensiva, por ocasionar um alongamento e um estiramento do bloco crustal.

Foco sísmico – Local de origem de um sismo, cuja profundidade é variável.

Hipocentro – o mesmo que foco sísmico (*q.v.*).

Intensidade sísmica – Caracterização de um sismo através dos efeitos que ele provoca e da percepção que deles se tem. Determina-se por comparação com os termos de uma escala convencional de intensidades. Não confundir com magnitude (*q.v.*).

Isossista – Linha que, para um dado sismo, une locais de igual intensidade sísmica.

Litosfera – Camada superficial da Terra, mais ou menos rígida, que inclui a crosta e parte exterior (rígida) do manto.

Magma – Material de origem profunda e de composição complexa, constituído por substâncias fundidas devido a elevadíssimas temperaturas, por gases dissolvidos e, por vezes, por materiais já cristalizados. Origina, por consolidação, as rochas magmáticas.

Magnitude (de um sismo) – processo de avaliação de um sismo a partir da amplitude das ondas sísmicas, que se relaciona com a energia libertada no abalo.

Manto – Zona do globo terrestre que se estende desde a base da crosta até ao núcleo, ou seja, até à profundidade de 2 900 km.

Núcleo terrestre – Zona mais interna do globo terrestre. Situa-se abaixo da profundidade de 2 900 Km. Supõe-se que é constituído essencialmente por ferro com algum níquel.

Onda primária (P) – onda sísmica caracterizada pela vibração das partículas paralelamente à direcção de propagação da onda. Propagam-se em meios sólidos, líquidos e gasosos e são as mais rápidas.

Onda secundária (S) – onda sísmica caracterizada pela vibração das partículas num plano perpendicular à direcção de propagação. Apenas se propagam através de corpos sólidos, sendo mais lentas que as ondas **P**.

Ondas superficiais – ondas que se propagam à superfície do Globo. São as responsáveis pela maior parte das destruições.

Ondas sísmicas – movimentos vibratórios de partículas que se propagam a partir do foco, segundo superfícies concêntricas.

Placas litosféricas – Porções da litosfera limitadas por fossas, riftes e falhas, que se deslocam umas relativamente às outras sobre o manto não litosférico. Definem-se oito grandes placas litosféricas.

Rifte – Depressão resultante de um sistema de falhas normais, localizada, em geral, ao longo das dorsais oceânicas, por onde é expelido magma que vai constituir a crosta oceânica.

Sismo – Movimento brusco da crosta, provocado pela ruptura das rochas quando submetidas a tensões existentes no interior da Terra. Também pode ser devido a movimentos magmáticos.

Sismógrafo – Aparelho que regista as vibrações do solo provocadas pelos sismos.

Sismógrafo horizontal – sismógrafo que regista os movimentos horizontais do solo.

Sismógrafo vertical – sismógrafo que regista os movimentos verticais do solo.

Sismograma – Registo das vibrações sísmicas feito pelo sismógrafo.

Zona de subducção – região do fundo do oceano, onde a crosta oceânica em expansão se afunda sob a crosta continental e sofre destruição (reintegra-se no manto).

CAPÍTULO 5

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DAS APLICAÇÕES MULTIMÉDIA

1- Introdução

No presente capítulo será feita a caracterização das aplicações multimédia apresentadas neste trabalho. Tal caracterização está organizada em três níveis: Características gerais; descrição sucinta e descrição detalhada. Na descrição detalhada a informação encontra-se organizada em seis categorias: Conteúdo, interface gráfica, interactividade, ferramentas, requisitos técnicos e informação pedagógica.

2- Análise da aplicação multimédia "VULCÕES"

FICHA DE REGISTO DE SOFTWARE

TÍTULO	**Vulcões**
MANUAIS E OUTROS DOCUMENTOS DE APOIO	Possui 2 fichas de trabalho para os alunos (Anexos I – Fichas 1 e 2)
IDADE SUGERIDA	A partir dos 12 anos
GRUPO-ALVO	Alunos do 7º ano de escolaridade
CONTEÚDO **ÁREA CURRICULAR**	Agentes internos modificadores do globo terrestre: - Vulcões Disciplina de Ciências Naturais – 3.º Ciclo do Ensino Básico
OBSERVAÇÕES/ COMENTÁRIOS	Ilustração esquemática, a complementar com ficheiros de imagens (estáticas ou filmes) de vulcões, erupções vulcânicas, etc.

DESCRIÇÃO GLOBAL, SUCINTA, DA APLICAÇÃO

"Vulcões" é um produto multimédia que reúne um variado conjunto de informações sobre vulcanismo. Possui uma estrutura modular desdobrável e de fácil articulação, proporcionando um ambiente de acessível manipulação.

Destinada, em especial, aos alunos do 3.º ciclo do ensino básico, mais concretamente para alunos do 7.º ano de escolaridade na disciplina de Ciências Naturais, esta aplicação constitui uma fonte de informação cuidadosamente seleccionada e actual, enriquecida com variados recursos multimédia.

A partir do menu principal, o utilizador poderá aceder facilmente a qualquer uma das opções da aplicação. Poderá, por exemplo, ficar a saber a origem dos vulcões, relacionar a actividade vulcânica com a natureza do magma e o contexto geológico, indicar diferentes materiais que se libertam numa erupção vulcânica.

É possível, também, realizar diversas actividades, nas quais o utilizador tem um importante papel de participação, onde terá a oportunidade de simular a produção de magma e localizar no mundo alguns vulcões com base em indicações fornecidas. É dado *feedback* com mensagens de erro.

Disponibiliza, também, vídeos e imagens, uma forma mais atraente de explorar virtualmente o nosso mundo.

Contém, ainda, um questionário em que se pode avaliar os conhecimentos eventualmente adquiridos e um glossário com a terminologia específica indispensável, adequado ao público-alvo considerado.

CONTEÚDO E ASPECTOS PEDAGÓGICOS DA APLICAÇÃO

Trata-se de uma aplicação multimédia que pode contribuir para o desenvolvimento de competências de pesquisa e servir de apoio ao estudo da unidade "Agentes Internos Modificadores do Globo Terrestre" na Disciplina de Ciências Naturais (3.º Ciclo do Ensino Básico).

Destina-se, essencialmente, a alunos do 7.º ano de escolaridade.

Disponibiliza uma quantidade razoável de informação relativa ao tema.

Conteúdos tratados na aplicação:

- Actividade vulcânica
- Materiais expelidos pelos vulcões
- Origem das erupções vulcânicas
- Tipos de erupções vulcânicas
- Distribuição geográfica dos vulcões

No final desta actividade, os alunos devem ser capazes de:

- Descrever como se forma um vulcão
- Indicar diferentes materiais que se libertam numa erupção vulcânica
- Identificar diferentes tipos de actividade vulcânica
- Relacionar a actividade vulcânica com a natureza do magma
- Identificar tipos de piroclastos
- Conhecer a constituição de um vulcão
- Relacionar os materiais libertados numa erupção com o tipo de actividade vulcânica
- Relacionar os movimentos das placas litosféricas com fenómenos vulcânicos

FERRAMENTAS

Constituem formas de orientação o sistema de ajuda, o menu principal, o *feedback* sobre o resultado da execução de um comando e qual o caminho a seguir, se essa execução não tiver tido os resultados desejados.

Nesta aplicação, existem várias ligações entre as diversas páginas que a constituem, as quais permitem não apenas navegar em sequência (uma página de cada vez, tanto para a frente como para trás), mas também voltar ao menu principal, directamente a partir do local, onde o utilizador se encontre.

Existe, também, a possibilidade de navegar, clicando em palavras destacadas, permitindo aceder ou "saltar" directamente para a informação relacionada com a palavra que foi activada.

INTERACTIVIDADE

A aplicação incorpora mecanismos de *feedback* associados à execução de determinadas tarefas:

- Actividade experimental (Produzir magma)
- Questionário
- Actividade sobre a localização de vulcões no mundo.

São momentos em que o computador «dialoga» com o utilizador, testando respostas e fornecendo ajudas, sugerindo ao aluno a utilidade de uma atitude avaliativa relativamente ao trabalho que vai realizando.

O próprio sistema de orientação e navegação e o sistema de Ajuda, referidos na página das Ferramentas, funcionam como formas de *feedback*, dando indicação do posicionamento do utilizador, como navegar através da aplicação e como obter informações para eventuais problemas que possa sentir.

A consulta é uma das actividades que o utilizador pode realizar. No entanto, devido à estrutura da aplicação, a consulta pode ser realizada segundo as motivações e interesses do utilizador.

Proporciona o acesso a um «glossário», onde os alunos encontrarão o significado da terminologia específica utilizada.

INTERFACE GRÁFICA

Possui uma interface simples e de fácil compreensão. No geral, o *design* adoptado não varia muito de "caixa para caixa", mantendo-se a mesma apresentação e interface ao longo da aplicação.

A informação é apresentada sob a forma de texto, imagem e vídeo. Está organizada de forma não linear, embora seja possível à partida definir temas e subtemas específicos. Existem, ainda, alguns eixos principais de navegação, mas que, em qualquer momento, podem ser abandonados. Há possibilidade de percorrer os conteúdos através de hipertexto.

A designação do *software* está sempre presente à medida que acedemos à informação desejada. No topo de cada página, existe uma barra com botões de navegação.

Esta aplicação recorre a vários tipos de botões. De entre estes, podemos destacar os botões de navegação (que permitem "andar" ao longo de toda a aplicação). Estes botões são visíveis à partida, podendo o utilizador identificá-los facilmente. Existem ainda botões não visíveis, que são reconhecidos pelo cursor do rato, que passa da vulgar seta para uma "mãozinha".

REQUISITOS TÉCNICOS

Requisitos do sistema informático

A utilização deste programa requer um computador multimédia, com processador Pentium, 8 Mb de memória RAM e 4 Mb de espaço mínimo livre no disco, drive de Cd-Rom de dupla velocidade ou superior, placa de som, monitor com área do écrã de 800x600 pixels com 256 cores.

Ambiente ou sistema operativo

Ambiente Windows 95 ou superior

Procedimentos de visualização

Iniciar o Windows.

Introduzir o Cd-Rom no respectivo leitor.

O programa de instalação deverá iniciar automaticamente. Caso contrário, escolher Executar no menu "Iniciar" e digitar: D:\vulcoes\vulcoes

APRECIAÇÃO GLOBAL DA APLICAÇÃO

A principal finalidade da aplicação «**vulcões**» é contribuir para que os alunos, de forma significativa, adquiram, recordem ou consolidem conhecimentos de vulcanismo, alicerçados na Teoria da Tectónica de Placas. O utilizador identificando e seleccionando dados, estabelecendo relações de causa/efeito, reflectindo sobre as condições de ocorrência de determinados fenómenos, será estimulado a desenvolver o espírito crítico, o gosto pela reflexão, pela descoberta.

Sem pretender substituir o trabalho que é possível realizar no laboratório, este programa permite o acesso a actividades de simulação de fenómenos (produção de magma) de difícil ou impossível concretização nas nossas escolas.

A consulta é outra das actividades que o utilizador pode realizar. Dada a estrutura da aplicação, a consulta pode ser realizada segundo as motivações e o interesse do utilizador.

Poder-se-á dizer que o programa se caracteriza pelas vantagens comuns à maior parte das tecnologias postas ao serviço da aprendizagem:

- individualização do ensino (auto-aprendizagem),
- *feedback* acrítico, informativo sobre as realizações dos alunos,
- permanente disponibilidade,
- proporcionar um ambiente de aprendizagem agradável e estimulante que possibilite uma forte interacção aluno/computador.

3- Análise da aplicação multimédia "SISMOS"

FICHA DE REGISTO DE SOFTWARE

TÍTULO	**Sismos**
MANUAIS E OUTROS DOCUMENTOS DE APOIO	Possui 2 fichas de trabalho para os alunos (Anexos I – Fichas 3 e 4)
IDADE SUGERIDA	A partir dos 12 anos
GRUPO-ALVO	Alunos do 7º ano de escolaridade
CONTEÚDO **ÁREA CURRICULAR**	Agentes internos modificadores do globo terrestre: - Sismos Disciplina de Ciências Naturais – 3.º Ciclo do Ensino Básico
OBSERVAÇÕES/ COMENTÁRIOS	Ilustração esquemática, a complementar com ficheiros de imagens (estáticas ou animadas) de falhas, forma de propagação das ondas sísmicas, sismogramas, sismógrafos, etc.

DESCRIÇÃO GLOBAL, SUCINTA, DA APLICAÇÃO

«**Sismos**» é uma aplicação multimédia constituída por módulos sequenciais, articulados, reunindo um variado conjunto de informações sobre sismologia e sismicidade. O estudante pode, no entanto, organizar a sua própria sequência de utilização, em função de interesses e necessidades pessoais.

É um programa que proporciona um variado conjunto de actividades experimentais e de simulação de fenómenos de difícil concretização no laboratório. Contém, ainda, um questionário que permite a auto-avaliação dos conhecimentos eventualmente adquiridos.

Coloca à disposição do aluno um Menu Principal com os seguintes módulos:

- Origem dos sismos
- Localização dos sismos
- Ondas sísmicas
- Explorar ondas 'P' e 'S'
- Sismógrafos
- Sismogramas
- Intensidade dos sismos
- Estrutura da Terra
- Distribuição geográfica dos sismos
- Determinação do epicentro de um sismo
- Questionário

O acesso fácil a qualquer das partes da aplicação, nomeadamente à página anterior, possibilita o recurso a diferentes estratégias, tendo em consideração o público alvo e os diferentes contextos de utilização.

CONTEÚDO E ASPECTOS PEDAGÓGICOS DA APLICAÇÃO

A aplicação multimédia «**Sismos**» destina-se, essencialmente, a alunos com idades compreendidas entre os 12 e os 16 anos, na área das Ciências Naturais, mais concretamente aos alunos do 7.º ano de escolaridade na disciplina de Ciências Naturais.

Disponibiliza uma quantidade razoável de informação relativa ao tema "sismologia e sismicidade".

Apresenta, igualmente, alguma actividade experimental relacionada com a determinação do epicentro de um sismo, na qual o utilizador tem um importante papel de participação. Em qualquer dos módulos, existem sucessivos momentos em que o computador «dialoga» com o utilizador, testando respostas e fornecendo ajudas, sugerindo assim ao aluno uma atitude avaliativa relativamente ao trabalho que vai realizando.

No final desta actividade, os alunos devem ser capazes de:

- Relacionar a ocorrência de sismos com a acção de forças que se desenvolvem no interior da Terra
- Definir correctamente epicentro e hipocentro de um sismo
- Distinguir entre ondas 'P' e ondas 'S'
- Referir qual o tipo de ondas que não se propaga através dos meios líquidos
- Descrever como os sismógrafos podem detectar ondas 'P' e 'S'
- Relacionar os movimentos das placas litosféricas com fenómenos vulcânicos e sísmicos
- Interpretar um sismograma simplificado
- Interpretar uma carta de isossistas

INTERFACE GRÁFICA

A estrutura básica da interface mantêm-se, no geral, ao longo de toda a aplicação, o que facilita à partida a familiarização com a mesma.

A informação é apresentada sob a forma de texto e imagem. O conteúdo de cada página tem, no interior do texto, várias palavras-chave (*"hotwords"*) que abrem caixas de informação. A animação atravessa quase toda a aplicação e inicia-se logo na página que apresenta o título do produto.

A designação do *software* está sempre presente, à medida que acedemos à informação desejada. No topo de cada página, existe uma barra com botões de navegação.

Podemos deparar com dois tipos essenciais de botões: aqueles que são visíveis à partida e que o utilizador reconhece facilmente como um botão, e os botões não visíveis, cuja função o utilizador não identifica *a priori*. Os botões não visíveis são reconhecidos graças à mudança do aspecto do cursor do rato, que passa da vulgar seta para uma "mãozinha". O utilizador pode accionar todas as palavras sublinhadas e desenhos (com áreas sensíveis).

FERRAMENTAS

Para assegurar a orientação do utilizador ao longo da exploração da aplicação, há botões e mensagens escritas.

Existem várias ligações entre as diversas páginas, as quais permitem não apenas navegar em sequência (uma página de cada vez, tanto para a frente como para trás), mas também voltar ao menu principal, directamente a partir do ponto, onde o utilizador se encontre.

Existe, ainda, a possibilidade de navegar, clicando em palavras destacadas, permitindo aceder ou "saltar" directamente para a informação relacionada com a palavra que foi activada.

Constituem também formas de orientação:

- o sistema de ajuda, que explica o funcionamento da aplicação e apresenta a resolução de alguns problemas que podem surgir durante a sua utilização
- o menu principal, que põe à disposição do utilizador uma lista com todos os tópicos constantes da aplicação, para uma pesquisa rápida da informação desejada
- o *feedback* sobre o resultado da execução de um comando e sobre o caminho a seguir, se essa execução não tiver tido os resultados desejados.

INTERACTIVIDADE

A aplicação incorpora mecanismos de *feedback* associados à execução de determinadas tarefas.

O próprio sistema de orientação e navegação e o sistema de Ajuda, referidos na página das Ferramentas, funcionam como formas de *feedback*, dando indicação ao utilizador do ponto em que está, como navegar através da aplicação e como obter informações para eventuais problemas que possa sentir.

A consulta é uma das actividades que o utilizador pode realizar. Dada a estrutura da aplicação, a consulta pode ser realizada segundo as motivações e interesses do utilizador.

REQUISITOS TÉCNICOS

Requisitos do sistema informático

A utilização deste programa requer um computador multimédia, com processador Pentium, 8 Mb de memória RAM e 4 Mb de espaço mínimo livre no disco, drive de Cd-Rom de dupla velocidade ou superior, placa de som, monitor com área do écran de 800x600 pixels com 256 cores.

Ambiente ou sistema operativo

Ambiente Windows 95 ou superior

Procedimentos de visualização

Iniciar o Windows.

Introduzir o Cd-Rom no computador.

O programa de instalação deverá iniciar automaticamente. Caso contrário, escolher Executar no menu "Iniciar" e digitar: D:\Sismos\sismos

APRECIAÇÃO GLOBAL DA APLICAÇÃO

"Sismos" pretende ser um auxiliar do ensino e um meio incentivo e de reforço da aprendizagem. Procurou-se que fosse de fácil utilização, atraente, motivante e facilitador da aprendizagem.

Trata-se de uma aplicação multimédia que pode contribuir para desenvolver o gosto pela investigação, através de uma dimensão lúdica e da motivação do aluno

Tendo em conta uma didáctica fundamentada na descoberta e na pesquisa pessoal, esta aplicação revela potencialidades inegáveis, porque permite ao aluno empenhar-se autonomamente numa situação de aprendizagem estimulante, proporcionando um ambiente de trabalho agradável, que contribui para a captação da atenção/concentração do aluno na tarefa que realiza.

Esta aplicação tem como objectivo central a realização de simulações relacionadas com a propagação de ondas sísmicas, de difícil concretização no laboratório das nossas escolas.
É, essencialmente, uma ferramenta de pesquisa, ainda que haja momentos em que o utilizador tenha um menor poder de intervenção.

A consulta é outra das actividades que o utilizador pode realizar. Dada a estrutura da aplicação, a consulta pode ser realizada segundo as motivações e o interesse do utilizador.
A aplicação incorpora mecanismos de *feedback* associados a tarefas específicas.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES GERAIS, LIMITAÇÕES DE ESTUDO E RECOMENDAÇÕES FINAIS

1- Introdução

Proceder-se-á neste capítulo à sistematização das conclusões gerais deste estudo. Em seguida enumerar-se-ão as dificuldades sentidas ao longo da realização do trabalho. Finalmente, apresentar-se-ão, de forma sumária, algumas recomendações finais.

2- Conclusões da investigação

Em síntese, as aplicações multimédia e os documentos de apoio produzidos constituem um ponto de partida, necessitando que, sobre eles, se proceda a mais investigação, com o objectivo de os melhorar. Assim, é necessário proceder à análise e avaliação da exploração das aplicações multimédia, em situações e ambientes concretos de ensino e aprendizagem, e reflectir no modo como estes materiais poderão contribuir para facilitar a aprendizagem e melhorar a qualidade da mesma.

Foram, ainda, indicadas as rubricas do programa que podem ser servidas por cada uma das aplicações multimédia e apresentadas sugestões sobre o seu aproveitamento. Mas não temos dúvidas que a imaginação do professor, estimulada pelo clima da aula vivida e verdadeiramente participada, encontrará outras formas de explorar os seus conteúdos com sucesso e valorizará este trabalho.

Este presente trabalho apresenta uma proposta de utilização do computador como meio auxiliar de ensino/aprendizagem. No âmbito deste projecto, foram trabalhados dois grandes temas: Vulcões e Sismos, de que resultaram duas aplicações multimédia, concebidas e realizadas independentemente. No entanto, numa segunda fase, os dois temas poderão vir ser incluídos numa única aplicação.

Com base no estudo realizado, parece-nos agora premente ressaltar as principais conclusões gerais que sintetizam as informações mais relevantes que se podem extrair desta investigação:

- Necessidade de integrar o computador como meio auxiliar de ensino

A consciência crescente sobre o papel fundamental do computador no ensino permite concluir, em primeiro lugar, da necessidade urgente da sua integração, como mais uma ferramenta, na prática lectiva. Não será uma espécie de panaceia universal, capaz de resolver de um dia para o outro todos os problemas de aprender e de ensinar que afligem alunos e professores. Mas, não existem dúvidas de que pode ter um papel positivo, sendo encarado como um instrumento de renovação da escola, contribuindo para a institucionalização de novas práticas e novas relações pedagógicas.

Um dos efeitos mais palpáveis pode ser o de modificar o modo de ensinar de cada um. Os professores poderão actuar muito mais como facilitadores da aprendizagem, do que como simples transmissores de conhecimentos. Terão os alunos como o centro de todo o processo. A natureza interactiva dos computadores pode permitir aos alunos trabalharem ao seu ritmo, resolver dificuldades por si mesmos e aprender com os outros.

Mas, se, por um lado, a tecnologia aumenta a variedade de oportunidades de ensino e a possibilidade de escolha de diferentes abordagens. ela cria também novas responsabilidades ao professor. É, por isso, extremamente importante que os professores adquiram conhecimentos e capacidades que lhes permitam fazer as suas próprias escolhas e implementá-las com sucesso.

– Necessidade de incrementar a utilização de produtos com características multimédia na prática lectiva

Qualquer que seja o ambiente educacional em que nos encontramos, a utilização de ferramentas multimédia, constitui um desafio, bem como uma excelente forma de dinamização do processo de aprendizagem.

Assim, as principais razões que devem motivar a utilização de produtos com características multimédia na formação são:

Procura de um ensino individualizado;

Facilidade de acesso a grandes repositórios de informação;

Dinamização do processo de aprendizagem;

Aprendizagem independente.

– *Necessidade de promover a concepção e realização de materiais multimédia pelos próprios professores*

A eficácia das novas tecnologias nas escolas e, em particular na sala de aula, está também dependente da existência de *software*, aplicações ou conteúdos destinados à população escolar, que promovam a autonomia e proporcionem aos jovens a gestão das suas próprias aprendizagens.

A maioria dos professores confronta-se com sérias dificuldades na forma de introduzir o computador em contexto educativo e, sobretudo, a nível da sala de aula. Algumas destas dificuldades poderão ser minimizadas se o professor tiver à sua disposição "*software* educativo", de fácil utilização.

O *software* existente impõe limitações, mas isso deve ser tomado como um desafio para participar na aventura de construir algo de novo e mais aperfeiçoado (Ponte, 1988).

Embora seja aconselhável a constituição de uma equipa de especialistas de diferentes áreas, para o desenvolvimento de produtos multimédia, nomeadamente, quando se visa uma produção de grande escala, é hoje possível ao professor assumir a produção e realização de materiais multimédia que respondam, num determinado processo, a necessidades específicas de formação.

Assim, em vez da aquisição de produtos realizados e comercializados a grande escala, que nem sempre se ajustam aos objectivos específicos de formação nem revelam grande preocupação de ordem pedagógica e didáctica, o professor tem ao seu alcance a possibilidade de ir construindo, testando e reformulando os seus próprios materiais de formação, rentabilizando e capitalizando produtos, saberes e experiências adquiridos (Costa,1998).

– *Necessidade de incrementar a análise crítica e avaliação do "software" educativo*

A quarta conclusão diz respeito ao papel do professor na avaliação do *software* educativo. O professor pode e deve utilizar os programas educacionais de qualidade, que tenha ao seu dispor. No entanto, de entre os programas educativos existentes no mercado, muitos são didáctica e tecnicamente válidos, mas outros não, tendo o professor, na qualidade de orientador e facilitador da aprendizagem, que fazer a sua selecção.

É com o objectivo de fornecer os conhecimentos e as competências necessárias para que o professor seja capaz de fazer a sua própria apreciação do *software* multimédia disponível e, com base nesse processo, dele possa fazer um uso pedagogicamente adequado, que Costa (1999) sugere uma proposta de avaliação centrada na participação dos professores.

Como chama a atenção Bem-Peretz (1990, citado em Sancho,1998), o professor desempenha duas funções essenciais no momento em que avalia o *software* educativo: avaliação para a selecção e avaliação para adaptação destes materiais às características dos seus alunos e ao contexto em que o produto vai ser utilizado.

É preciso não esquecer que a produção e concepção de produtos multimédia, sobretudo os que são realizados a grande escala, são feitos pensando no aluno médio, daí a necessidade e urgência de que todo o recurso utilizado seja visionado e avaliado pelo professor, antes de ser introduzido na aula por ele. Só então decidirá sobre a sua incorporação, ou não, e das estratégias específicas a serem adoptadas durante a sua execução.

Segundo Costa (1999), uma avaliação centrada nas características do produto pode ser extremamente enriquecedora, porque permite a reflexão sobre o potencial de um determinado produto para exploração pedagógica e dá a conhecer e familiarizar os professores com os produtos existentes.

Em vez da ênfase no resultado da avaliação (juízo de valor sobre um determinado produto multimédia), sublinha-se a importância do próprio processo de

análise em que os professores são envolvidos, e toda a informação daí resultante, como estratégia privilegiada de formação, em ordem a uma maior e pedagogicamente mais adequada utilização de *software* multimédia em actividades de natureza curricular.

3- Dificuldades encontradas na execução do projecto

A produção das aplicações multimédia foi extraordinariamente lenta e demorada, dada a própria natureza do trabalho. Será oportuno fazer notar que a elaboração duma aplicação multimédia compreende as seguintes fases:

1. Planificação do trabalho
2. Recolha de informação
3. Tratamento de informação
4. Programação e *design*
5. Fase de testes e optimização do programa
6. Cópia

Ao longo da execução do trabalho surgiram, como é natural, numerosas dificuldades. Resolveram-se algumas, pelo sistema de tentativa e erro, e outras, pedindo auxílio a diversas entidades.

As principais dificuldades sentidas durante a execução do projecto relacionaram-se com:

- Reduzida preparação específica para a tarefa de programação por parte da investigadora, que se reflectiu no tempo levado para a realização do trabalho e no produto final.
- Carência de modelos que sistematizem as fases do processo de desenvolvimento deste tipo de materiais pedagógicos.

A construção das aplicações multimédia apresentadas neste trabalho baseia-se no modelo retirado da literatura (sugerido por Costa, 1999) já anteriormente caracterizado no capítulo III . É um modelo de desenvolvimento de materiais multimédia com ênfase nas questões didácticas e pedagógicas.

- Produção e recolha de todos os elementos *media* a integrar na produção (ex. Imagens, sons, vídeos e animações).

De forma a suprir as dificuldades existentes nesta área, que deveria estar a cargo de um artista gráfico no caso de um trabalho em equipa, utilizou-se a Internet na pesquisa e

recolha de imagens, vídeos e animações. Daí a razão por que as suas legendas estão em língua inglesa, óbice que nem sempre, por razões técnicas, pôde ser resolvido.

- Problemas relacionados com a quantidade de informação fornecida sobre um determinado tema.

É necessário fazer uma selecção criteriosa dos aspectos a explorar, para evitar páginas muito longas, pois os utilizadores raramente lêem grandes quantidades de texto num monitor.

- Fase de testes e optimização das aplicações multimédia.

Logo que o som, a imagem e os textos estejam reunidos num só meio de os difundir (o programa), faz-se a primeira versão completa. Produzem-se várias cópias do CD-ROM e procede-se à fase dos testes. É uma fase longa e fastidiosa pois há sempre correcções a fazer, quer a nível de programação, quer no som e nas imagens, quer na base de dados (gralhas, erros e troca de textos).

4- Recomendações finais

Apesar das elevadas expectativas sobre a utilização de *software* multimédia em contexto educativo, o seu grau de penetração efectivo nas nossas escolas é, ainda, muito reduzido, sendo poucos os professores que a ele recorrem, nomeadamente, em situação de aula.

De entre os argumentos, que costumam ser apresentados para justificar tal facto, afirma-se que os professores não estarão suficientemente preparados para o fazer. O desconhecimento sobre o *software* existente e a sua incapacidade para identificar os produtos que lhes possam efectivamente ser úteis, bem como dificuldades no modo como poderão ser integrados no processo de ensino e aprendizagem, são alguns dos problemas detectados.

Importa, por isso, formar e apoiar os professores, não apenas para usarem e tirarem partido deste tipo de recursos multimédia, como, também, para serem utilizadores informados, críticos e exigentes de qualidade, relativamente aos produtos disponíveis no mercado. Tal passará pela necessidade de observação atenta de situações concretas da utilização dos produtos multimédia e permanente acompanhamento e avaliação da sua eficácia.

Neste contexto, é premente o equacionamento de um plano de formação para professores para que, mostre de forma prática, o computador como mais um recurso, constituindo uma alternativa válida à prática pedagógica. A formação de professores na área das novas tecnologias de informação e comunicação, deverá conter duas vertentes:

- Vertente Técnica, que permite aos professores desenvolverem as aptidões necessárias ao trabalho com o computador. Os professores familiarizar-se-iam com o computador, com diferentes interfaces, saberiam utilizá-lo como ferramenta ou recurso;
- Vertente Pedagógica, onde seriam explorados os problemas inerentes ao uso do computador no ensino como, por exemplo, a nova dinâmica da relação professor/aluno, a gestão do tempo e do espaço físico da aula, constrangimentos, etc.

Dever-se-á contudo privilegiar a vertente pedagógica, em detrimento da vertente técnica, por forma a evitar que se ressaltem as características técnicas do computador, em vez das suas potencialidades educativas.

Complementarmente, não se devem descurar os aspectos de ordem psicológica e sociológica que o recurso às novas tecnologias de informação introduziram e, em particular, o seu reflexo na escola.

Interessa estudar a análise do impacto das tecnologias não só na aprendizagem, mas também no modo como pode proporcionar novos desenvolvimentos no conhecimento e na inteligência humana. Por outro lado, a análise do impacto da tecnologia na organização da escola, nomeadamente nos aspectos que a seguir se indicam, será igualmente uma problemática de investigação não só interessante, mas necessária:

- Estudos sobre o modo como a tecnologia (re)organiza as interacções na aula
- Estudos sobre o modo como a tecnologia influencia a relação entre alunos e entre professores e alunos.
- Estudos sobre o modo como a tecnologia proporciona novos modelos de ensino/aprendizagem.

APÊNDICES

Apresentar-se-ão, em seguida, sugestões de planificações de actividades para o estudo dos temas: "Os vulcões" e "Os sismos" , a aplicar em turmas do 7.º ano de escolaridade (Ensino Básico–3.º Ciclo), onde estão indicadas alternância de sequências de ensino/aprendizagem e de provas de avaliação, a fim de permitir seguir a evolução das concepções dos alunos a propósito dos tópicos em estudo. Tais propostas constituem apenas um exemplo do que é possível fazer numa situação de aula para tentar melhorar a aprendizagem dos alunos.

APÊNDICE 1 – Sequência didáctica para o estudo dos vulcões

Quadro VI - Desenvolvimento das actividades

As diferentes etapas	Actividades Pedagógicas	Avaliação
1ª fase: situação de partida - Sensibilização, motivação - Identificação das concepções Colocar em evidência os problemas (e os obstáculos)	Visionamento de uma sequência dum noticiário televisivo mostrando uma erupção vulcânica.	Teste 1 Questionário individual para identificar as concepções alternativas dos alunos
2ª fase: trabalho sobre os problemas (e os obstáculos) - Exploração das concepções alternativas, seguida de confrontação. - Reflexão e estruturação das informações - Avaliação	**1.ª sequência de aprendizagem** Pesquisa referente às características dos vulcões, com base na análise de textos e imagens . Observação de materiais de origem vulcânica. Pesquisa das zonas da Terra de grande actividade vulcânica através de actividades de decalque em planisférios Que explicações sugerem para só existirem vulcões nos locais assinalados na carta (este assunto poderá ficar em aberto para uma abordagem posterior aquando do estudo da mobilidade da litosfera) **2.ª sequência de aprendizagem** Actividades de discussão com o professor ou intergrupos, envolvendo: - Análise de esquemas, cartas e textos - Interpretação da localização de vulcões no globo à luz da mobilidade da litosfera.	Teste 2 Questionário individual Teste 3 Questionário individual
3ª fase Aplicação das ideias em contextos familiares e novos	Esta fase está organizada à volta da utilização da aplicação multimédia "**Vulcões**" e da resolução da actividade "tenta localizar no globo alguns vulcões, usando informações sobre o seu comportamento, história, aspecto e morfologia".	Teste 4 Resolução da actividade proposta na aplicação

Sequências de aprendizagem

A actividade consta de três fases sumariadas no Quadro VI :

PRIMEIRA FASE: inclui actividades de identificação das concepções alternativas e de sensibilização para o tema em estudo.

Situação de partida: sensibilização

Aspectos espectaculares da erupção de um vulcão apresentados recentemente no noticiário televisivo. A discussão que se estabelece de seguida, quando se coloca a questão «O que é um vulcão?»

Identificação das concepções

Os resultados são expressos por meio de um esquema e texto escrito, em resposta à questão «Explica, com a ajuda de um esquema, o que é um vulcão». O termo «explica» foi escolhido para induzir uma resposta do tipo explicativo e verificar se os alunos podem ligar, espontaneamente, certos elementos (magma, lava, chaminé) ou se, pelo contrário, ficam pelas descrições.

É organizado um balanço de modo a revelar os conhecimentos, a maior parte das vezes pontuais e de natureza descritiva, mas sem estabelecerem relações entre os elementos conhecidos. A fim de precisar, organizar ou fazer evoluir estes conhecimentos, serão apresentados diferentes documentos nas duas fases seguintes.

SEGUNDA FASE: inclui actividades de exploração das concepções alternativas seguida de confrontação e reflexão.

Os suportes serão constituídos por documentos diversos:

- recortes de jornais e semanários, extractos de revistas científicas ou de livros pedagógicos;
- fotografias e esquemas provenientes das mesmas fontes;
- Observação de materiais de origem vulcânica.

1.ª Sequência de aprendizagem

Uma primeira série de documentos relata diversas erupções recentes (Nevado del Ruiz, Etna), mais antigas (Paricutin, Cracatoa) ou muito antigas (Pompeia), assim como os seus efeitos. Permitem fazer o ponto sobre a diversidade das erupções, a variedade das emissões e a origem das devastações.

Uma segunda série de documentos apresenta diferentes tipos de vulcões (Montanha Pelada, Mauna-Loa, Stromboli, St.Helena) e põe em evidência a existência de elementos comuns (magmas, fissuras ou chaminés, edificação de relevos) e características variáveis (formas dos aparelhos, erupções do tipo explosivo ou efusivo, natureza mais ou menos viscosa do magma e libertação dos gases).
Com o auxílio de um mapa-mundo, os alunos identificam as zonas do globo de grande actividade vulcânica.

A pesquisa, realizada em grupos, é seguida de uma fase de confrontação, ao longo da qual os saberes são organizados e, em seguida, estruturados sob a forma de esquemas e/ou curtos resumos.

Teste 2

Série de 4 esquemas representando diferentes edifícios vulcânicos em corte; são acompanhados de 5 legendas dispostas desordenadamente. Os alunos devem fazer corresponder a cada esquema uma legenda e, fazer um esquema, correspondente à legenda excedente.

2.ª Sequência de aprendizagem (a abordar aquando do estudo da mobilidade da litosfera)

Os suportes serão constituídos por documentos diversos:

- planisfério;
- extractos de revistas científicas ou de livros pedagógicos;
- fotografias e esquemas provenientes das mesmas fontes.

O professor vai fazer-lhes notar o argumento geográfico da «deriva dos continentes» a partir da análise do planisfério.

Com o auxílio de um mapa-mundo, os alunos recortam os continentes América do Norte, América do Sul, Eurásia, África, Austrália e Antárctica. Em seguida, procuram juntar os continentes de modo que eles se ajustem o melhor possível.

Documentos fornecidos posteriormente revelam argumentos geológicos e paleontológicos que suportam a teoria da deriva dos continentes

Uma carta da morfologia dos fundos oceânicos é então fornecida, pondo em evidência a dorsal oceânica. Assim, a partir deste documento ilustrado, os alunos ficam com a ideia de que o magma pode subir em zonas particulares e provocar o afastamento dos continentes. Noutras zonas da Terra, os fundos oceânicos que separam os continentes podem reduzir-se ao nível das fossas e os continentes aproximam-se.

Será estudada uma última carta com a distribuição das placas litosféricas no mundo.

Fazer coincidir os mapas de distribuição de vulcões e dos hipocentros de sismos com o que apresenta as placas tectónicas.

Relacionar a actividade vulcânica e sísmica com a morfologia dos fundos oceânicos.

A seguir ao debate, será elaborado, em comum, um resumo escrito e um esquema representando o mecanismo dos movimentos da litosfera.

Teste 3

Um esquema apresenta dois exemplos de formação de vulcões:

- por afastamento de placas (dorsal e rifte)
- por colisão (subducção)

Os alunos devem explicar estes dois casos.

TERCEIRA FASE : Aplicação das ideias em contextos familiares e novos

Esta fase está organizada à volta da utilização da aplicação multimédia «**Vulcões** » e da resolução da actividade " Tenta localizar no globo alguns vulcões, usando informações sobre o seu comportamento, história, aspecto e morfologia". Esta actividade será concretizada com auxílio de uma ficha/guião (Anexo II), que será preenchida pelos alunos para posterior avaliação e discussão na aula.

Avaliação

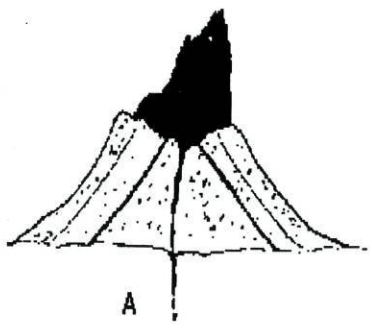
Consiste numa série de 4 provas.

TESTE 1

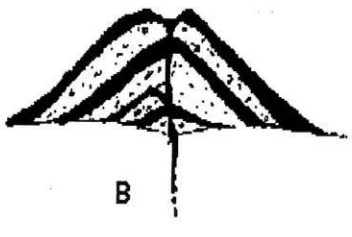
Explica, com a ajuda de um esquema, o que é um vulcão. Legenda o esquema.

TESTE 2

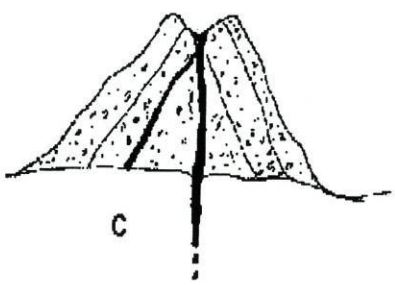
1. Faz corresponder a cada um dos esquemas (A, B, C, D) um dos textos (1, 2, 3, 4, 5).
2. Há uma legenda a mais. Faz um esquema que corresponda a essa legenda.



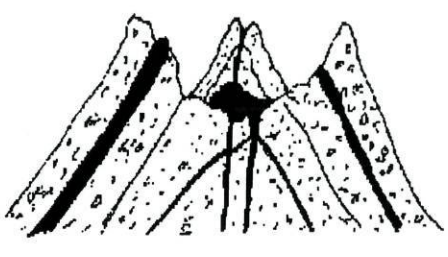
A



B



C



D

1. Violentas explosões projectam materiais que caem à volta do vulcão; as escoadas de lava são raras.

2. As erupções manifestam-se através da emissão de lavas muito fluidas que percorrem grandes distâncias.

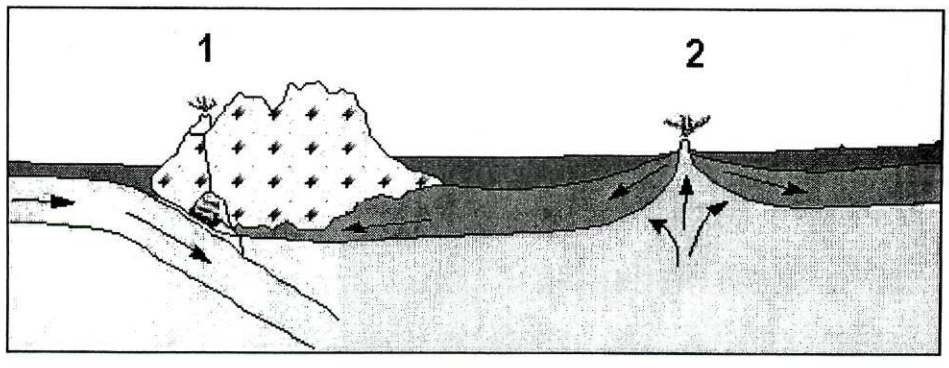
3. As erupções caracterizam-se por apresentar emissão de lava alternando com episódios explosivos, com projecção de piroclastos.

4. Uma explosão muito violenta originou o afundamento da parte central do vulcão. Mais tarde, um outro vulcão formou-se na cratera do primeiro.

5. As erupções muito explosivas. A lava, muito viscosa, solidifica logo na chaminé. Não ocorrem escoadas de lava.

TESTE 3

No esquema estão representadas zonas (1 e 2) com actividade vulcânica.
Justifica a existência de vulcões nestas regiões.



TESTE 4

Tenta localizar no globo alguns vulcões, usando informações sobre o seu comportamento, história, aspecto e morfologia.

Kilauea

Popocatepetl

Santorini

Surtsey

Escolhe um dos vulcões à esquerda.

Para te ajudar a localizá-los, podes utilizar os teus conhecimentos sobre diferentes tipos de fronteiras de placas tectónicas e a actividade vulcânica que geralmente ocorre em cada uma delas.

Se quiseres, podes consultar o texto "Por que existem erupções com características diferentes?

NOTA: Esta actividade será concretizada a partir da aplicação multimédia "Vulcões", com auxílio da ficha n.º 2 apresentada no anexo I, que será preenchida pelos alunos para posterior avaliação e discussão na aula.

APÊNDICE 2 – Sequência didáctica para o estudo dos sismos

Quadro VII - Representação esquemática da sequência didáctica

Fases e finalidades	Metodologias
1ª fase: situação de partida - Motivação e inserção dos alunos no tema.	Visionamento de uma montagem vídeo relativa a um sismo ocorrido recentemente.
- Identificação das concepções Colocar em evidência os problemas (e os obstáculos).	Teste 1 Questionário individual: respostas por escrito /ou sob a forma de um esquema) para identificar as concepções alternativas ou outras resultantes de aprendizagens anteriores dos alunos.
2.ª fase: Construir conhecimento científico: modificar, expandir ou substituir as ideias prévias por uma visão científica	
- Reconhecimento das ideias alternativas e respectivo exame crítico.	Colocar os alunos em situações onde sejam incitados a pensar em problemas e a tentar solucioná-los com as ideias que possuem
- Testar a validade das ideias existentes e gerar o conflito cognitivo.	Actividades de discussão que permitam ao aluno explicitar e confrontar as suas ideias com outras ideias e apresentar os resultados que lhe permitiram testá-las tomando consciência da sua validade ou limitações
- Modificar, estender ou substituir as ideias existentes.	Actividades de pesquisa com o professor ou intergrupos, envolvendo: - análise de textos, gráficos e esquemas - pesquisa referente à propagação das ondas sísmicas, com base na aplicação multimédia "**Sismos** - determinação da intensidade dos sismos através da exploração de textos e utilizando escalas. - Identificação das zonas do globo de grande actividade sísmica com a resolução de exercícios de decalque em planisférios .
- Testar a validade das ideias novas que foram construídas.	Teste 2 Resolução de situações problemáticas envolvendo a compreensão do fenómeno "Por que razão treme a Terra?".
3.ª fase: Aplicação das ideias (a efectuar aquando do estudo da mobilidade da litosfera) Reforço das novas ideias em contextos familiares e novos	Teste 3 Elaboração de uma explicação para a localização das zonas sísmicas no globo

As sequências da aprendizagem

De um modo muito genérico, a sequência didáctica foi subdividida em três fases, cuja finalidade e metodologias se apresentam sumariadas no quadro anterior.

PRIMEIRA FASE: FASE DE ORIENTAÇÃO E EXPLICITAÇÃO DE IDEIAS

Situação de partida: sensibilização

O objectivo desta fase é o de enquadrar os alunos no tópico a ser estudado.

Visionamento de uma montagem vídeo (ou de diapositivos) sobre um sismo recente. Estas imagens descritivas, que não apresentam explicações, destinam-se a evocar as concepções alternativas dos alunos sobre as causas dos sismos.

Identificação das concepções

Realização de uma actividade individual, que consiste na realização do teste 1.

Vai permitir revelar os diferentes erros cometidos pelos alunos (as confusões entre causas naturais)

2.ª FASE: FASE DE REESTRUTURAÇÃO

*A segunda sequência está organizada em torno das duas questões seguintes:

-«O que é um tremor de terra?»

-«Por que razão a terra treme?»

Como anteriormente, o ponto de partida é a confrontação das concepções iniciais dos alunos.

Os suportes serão constituídos por documentos diversos:

- recortes de jornais e semanários, extractos de revistas científicas ou de livros pedagógicos;
- textos, fotografias e esquemas provenientes das mesmas fontes.

Para corrigir a definição de tremor de terra, um extracto de um texto sobre o sismo ocorrido em Anchorage em 1964 é dado a ler.

Imagens descritivas da destruição de habitações e de deformações das linhas do caminho de ferro são igualmente estudadas.
Enfim a questão «Por que razão a terra treme ?» é abordada. Com base na análise de textos, os alunos reparam que não há vulcões em S. Francisco nem na Argélia. Isto levanta o problema das causas dos sismos.

Uma segunda série de documentos põe em evidência a existência de propagação de ondas e o modo como se detectam e registam os sismos.
Com efeito, acerca do registo das vibrações do solo (sismograma), eles vão perceber graças à legenda, que se trata dum tremor de terra ocorrido no México (1985) e registado em Strasbourg. Rapidamente, os alunos compreendem que em França se registaram as vibrações que tiveram lugar no México. A noção de «ondas» que se propagam através da crosta terrestre torna-se então evidente.

Construção de novas ideias

Os suportes serão constituídos por documentos diversos:
- aplicação multimédia **"sismos"**;
- recortes de jornais e semanários, extractos de revistas científicas ou de livros pedagógicos;
- textos, escalas de intensidade, fotografias e esquemas provenientes das mesmas fontes.

A pesquisa, realizada em grupos, é seguida de uma fase de confrontação, ao longo da qual os saberes são organizados e, em seguida, estruturados sob a forma de esquemas e/ou curtos resumos.

Para a localização de sismos nas diferentes partes do globo, podem ser feitos exercícios de decalque em planisférios (este assunto poderá ficar em aberto para uma abordagem posterior aquando do estudo da mobilidade da litosfera).

Avaliação
Actividade individual, que consiste na realização do teste 2.

3.ª FASE: FASE DE APLICAÇÃO DE IDEIAS

Corresponde à última fase o reforço das novas ideias em contextos familiares e novos. Actividade de discussão sobre a distribuição dos sismos e vulcões, procurando uma interpretação racional à luz da mobilidade da litosfera.

Actividade individual. Realização do teste 3.

Avaliação

Consiste numa série de 3 provas ao longo das quais são propostos diferentes documentos.

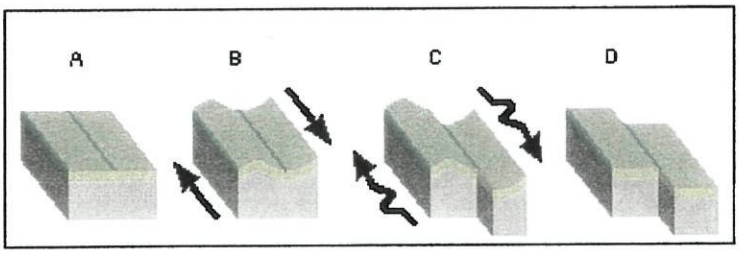
TESTE 1

1- O que é um tremor de terra?

2- Por que razão treme a terra?

TESTE 2

Observa os esquemas da figura.



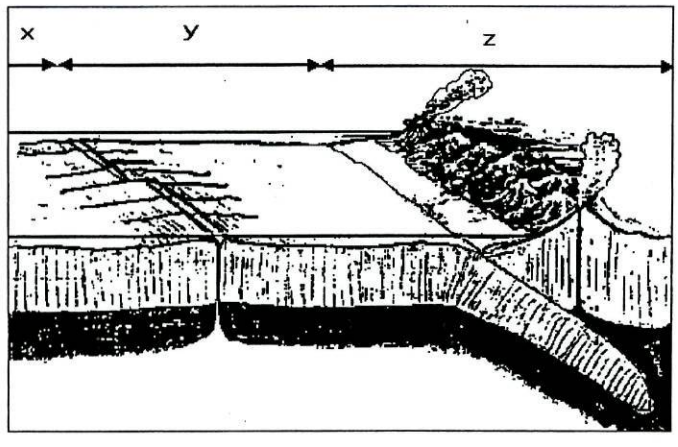
Explica, com a ajuda dos esquemas, o que provoca um tremor de terra

TESTE 3

A figura representa um corte transversal de uma dada região da Terra.

a) Servindo-te de setas, indica o sentido em que, provavelmente, as placas representadas por x, y e z se estão a movimentar.

b) Explica com a ajuda deste esquema o que provoca um tremor de terra.



ANEXOS

ANEXO 1

Ficha n.º 1 **7.º Ano**

Utilizando a aplicação multimédia "VULCÕES"

Vamos utilizar esta aplicação para recordar e consolidar conhecimentos de vulcanismo. Para isso, segue as instruções:

- Inicia o Windows.
- Prime o botão "Iniciar", selecciona "Programas", desloca o rato para o ícone **Vulcões** e faz duplo clique para abrir o produto.
- O Menu Principal é a primeira página funcional a ser apresentada quando o programa é iniciado.

1- Escolhe a opção "INTRODUÇÃO".

Lê atentamente o texto.

1.1- Indica medidas preventivas que devam ser tomadas em zonas de actividade vulcânica para minimizar as consequências de uma erupção.

.....

.....

.....

2 – Para aceder ao subtema "O APAIXONANTE TRABALHO DOS VULCANÓLOGOS" basta premir em "clica aqui".

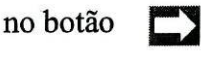
2.1– Por que razão os vulcanólogos fazem um permanente acompanhamento dos vulcões da Terra?

.....

.....

.....

.....

3 – Clica em "Volta à página anterior". Na página "INTRODUÇÃO" clica no botão 

3.1- Analisando o texto "ORIGEM DOS VULCÕES", procura resposta para as seguintes questões:

a) Refere a origem do material expelido pelo vulcão.

.....

.....

.....

b) Qual é a diferença entre lava e magma.

.....

.....

.....

c) Observa, com atenção, o esquema da figura 1.

Faz a legenda do esquema.

1- .....

2- .....

3- .....

4- .....

5- .....

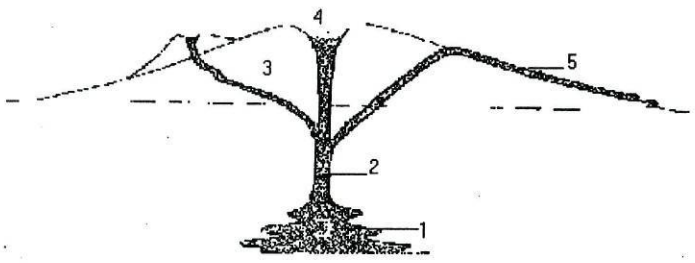


Fig.1

3.2 - Para aceder ao subtema "DIVERSIDADE DE MAGMAS" basta premir em "clica aqui".

Indica o tipo de magma mais fluido:

☐ - andesítico

☐ - basáltico

☐ - riolítico

(assinala com uma cruz a opção correcta)

4- Clica em "Volta à página anterior" .

Na página "ORIGEM DOS VULCÕES" clica no botão 

4.1- As erupções vulcânicas podem ser mais calmas ou mais violentas. Com base no texto "TIPOS DE ACTIVIDADE VULCÂNICA", indica dois factores que condicionam a natureza das erupções.

.....

.....

.....

4.2- Para aceder ao subtema "PRINCIPAIS TIPOS DE ERUPÇÕES VULCÂNICAS" basta premir em "clica aqui".

Estabelece a correspondência entre:

- viscosidade do magma e tipo de erupção vulcânica
- viscosidade do magma e riqueza em gases.

.....

.....

.....

.....

.....

5- Clica em "Volta à página anterior" .

Na página "TIPOS DE ACTIVIDADE VULCÂNICA" clica no botão 

5.1- Analisando o texto "MATERIAIS EXPELIDOS PELOS VULCÕES", estabelece a correspondência entre os números da coluna I e as letras da coluna II.

Coluna I	Coluna II
1- Canal por onde ascende o magma num vulcão.	A- Lava
2- Fragmentos de lava solidificada expelidos nas erupções vulcânicas.	B- Chaminé vulcânica
3- Material líquido, a altas temperaturas, que emana de um vulcão em actividade.	C- Agulha vulcânica
4- Formação vulcânica resultante da consolidação de magma viscoso dentro da chaminé vulcânica.	D- Piroclastos

6- Para aceder ao subtema "PRODUTOS VULCÂNICOS" basta premir em "clica aqui".

6.1 - Indica o que deveria escrever-se , no quadro que se segue, em 1, 2 e 3, para ficar correctamente preenchido.

Material piroclástico	Características
Lapilli	**1**
2	Partículas sólidas, muito finas (menos de 2mm), que resultam da pulverização violenta da lava
Bombas	**3**

6.2- Diz o que entendes por:

- nuvem ardente

.....

.....

.....

Ficha n.º 2 **7.º Ano**

Utilizando a aplicação multimédia "VULCÕES"

Vamos utilizar esta aplicação para rever e aplicar os conhecimentos adquiridos sobre "Movimento das placas litosféricas". Para isso, segue as instruções:

- Inicia o Windows.
- Prime o botão "Iniciar", selecciona "Programas", desloca o rato para o ícone **Vulcões** e faz duplo clique para abrir o produto.
- O Menu Principal é a primeira página funcional a ser apresentada quando o programa é iniciado.

1- Escolhe a opção "POR QUE EXISTEM ERUPÇÕES COM DIFERENTES CARACTERÍSTICAS?". Lê, atentamente, o texto.

1.1 – Observa a carta das placas tectónicas representada na figura 1. Com base na análise da referida carta, e em todos os conhecimentos que já possuis, responde às questões seguintes.

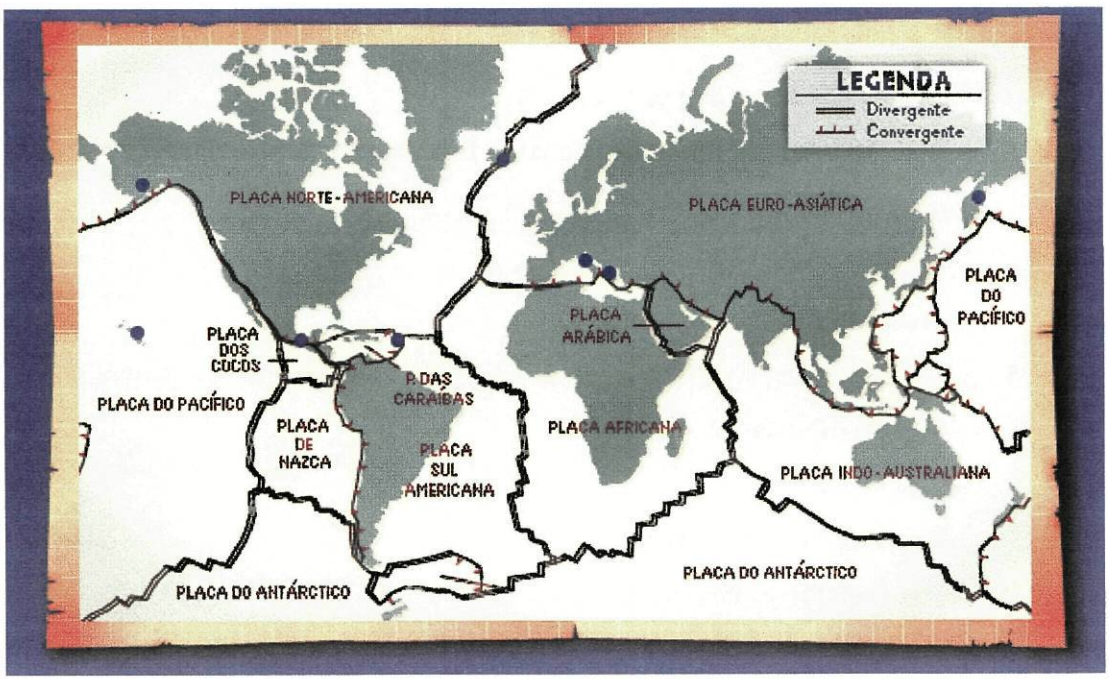


Fig.1

Das afirmações que se seguem selecciona a(s) que consideras verdadeira(s):

☐ - Os continentes americano e africano estão a aproximar-se.

☐ - Os continentes americano a africano estão a afastar-se.

☐ - A placa de Nazca está a afundar-se sob a placa Sul-americana.

☐ - A placa do Pacífico está a afundar-se sob a Euro-asiática.

2- Os esquemas da figura 2 representam os três tipos de fronteiras entre as placas litosféricas.

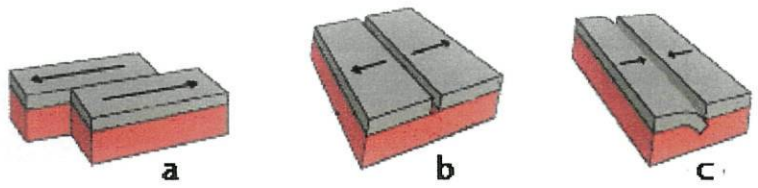


Fig.2

2.1- Identifica o esquema que corresponde a uma fronteira:

- convergente
- divergente
- transformante

2.2- Sublinha, em cada caso, a opção correcta:

a) Erupções calmas, com libertação de lavas fluidas, são características de:

- zonas de rifte
- zonas de subducção
- zonas de falha transformante

b) Erupções violentas, com libertação de lavas viscosas, são características de:

- zonas de subducção
- zonas de rifte
- zonas de falha transformante

c) As falhas transformantes são locais de:

- grande actividade vulcânica
- actividade vulcânica e sísmica
- grande actividade sísmica

3- Para aceder ao subtema "VULCANISMO DOS PONTOS QUENTES", basta premir em "CONTINUA"

3.1- Como se designam os vulcões que se situam no meio de uma placa litosférica ?

.....

.....

3.2- Clica em "Volta à página anterior". Na página "POR QUE EXISTEM ERUPÇÕES COM DIFERENTES CARACTERÍSTICA" clica no botão 

4- Vais tentar localizar no globo alguns vulcões, usando informações sobre o seu comportamento, história e morfologia.

4.1- Clica em **"Kilauea"**

Lê, atentamente, o texto e responde às questões que se seguem.

a) O que é um vulcão do tipo escudo?

.....

.....

.....

b) Que dados permitem afirmar que a lava, neste caso, é fluida.

.....

.....

.....

c) Onde se situa o vulcão Kilauea?

.....

.....

.....

d) Localiza no mapa (fig. 1) o Kilauea.

4.2 - Clica em "Volta à página anterior. Na página "INVESTIGA" clica em **"Santorini"**

Lê, atentamente, o texto e responde às questões que se seguem :

a) Em que ano ocorreu a erupção descrita neste texto?

.....

.....

b) Transcreve do texto expressões que revelem violência na erupção.

.....

.....

.....

c) Localiza no planisfério (fig.1) o Santorini.

d) De acordo com a descrição pode afirmar-se que esta erupção foi:

- efusiva
- explosiva
- mista

4.3 - Clica em "Volta à página anterior. Na página "INVESTIGA" clica em **"Surtsey"**.

Lê, atentamente, o texto e responde às questões que se seguem :

a) Diz em que oceano se localiza este vulcão.

.....

.....

b) A que formação deram origem os produtos lançados pelo vulcão?

.....

.....

.....

c) Localiza no mapa (fig.1) o Surtsey.

4.4 - Clica em "Volta à página anterior. Na página "INVESTIGA" clica em "**Popocatepetl**"

a) Com base no texto, identifica o tipo de actividade vulcânica deste vulcão.

.....

.....

.....

b) Propõe 2 medidas, que devam ser desencadeadas nesta região, para diminuir as consequências de uma erupção.

.....

.....

.....

.....

c) Localiza no mapa (fig.1) o Popocatepetl.

Ficha n.º 3 **7.º Ano**

Utilizando a aplicação multimédia "SISMOS"

Vamos utilizar esta aplicação para rever/consolidar os conhecimentos adquiridos sobre sismologia. Para isso, segue as instruções:

- Inicia o Windows
- Prime o botão "Iniciar", selecciona "Programas", desloca o rato para o ícone **Sismos** e faz duplo clique para abrir o produto
- O Menu Principal é a primeira página funcional a ser apresentada quando o programa é iniciado.

1- Escolhe a opção "ORIGEM DOS SISMOS" e lê, atentamente, o texto.

1.1- Observa a figura 1 que representa estragos provocados por um sismo.

Baseando-te no texto "ORIGEM DOS SISMOS", indica a causa que leva à ocorrência da maioria dos sismos.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Fig.1

2- Para aceder ao subtema "FALHAS", basta premir em "clica aqui".

2.1- Lê, com atenção, o texto "FALHAS".

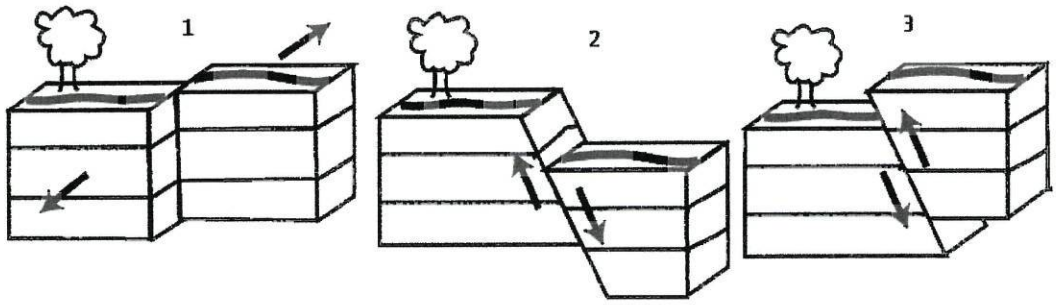


Fig.2

Faz corresponder o número dos desenhos a cada um dos seguintes tipos de falhas:

Falha normal –

Falha de deslizamento -

Falha inversa –

2.2- Clica em "Volta à página anterior".

Na página "ORIGEM DOS SISMOS" clica no botão 

3- Lê o texto "LOCALIZAÇÃO DOS SISMOS".

3.1- A figura 3 relaciona-se com a ocorrência de um sismo.

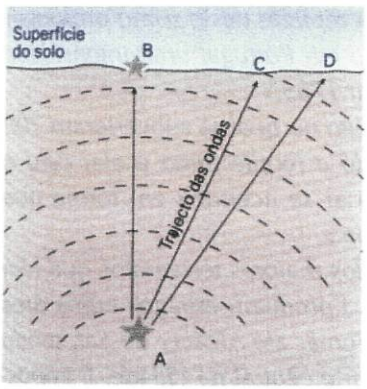


Fig. 3

Estabelece a correspondência entre as letras da figura e as expressões:

1- Hipocentro

2- Epicentro

3- Zona da superfície em que a intensidade é máxima

4- Zona onde as tensões internas provocam o sismo

5- Estação mais distante do epicentro

3- Para aceder ao subtema "CLASSIFICAÇÃO DOS SISMOS", prime em "clica aqui".

3.1- A zona circumpacífica, é uma zona de sismos:

☐ - superficiais

☐ - intermédios

☐ - profundos

(assinala, com uma cruz, a opção correcta)

3.2- Clica em "Volta à página anterior" .

Na página "LOCALIZAÇÃO DOS SISMOS" clica no botão 

4- Lê, com atenção, o texto "ONDAS SÍSMICAS".

4.1- Caracteriza as ondas P e S

.....

.....

.....

.....

4.2- Para aceder ao subtema "ESQUEMA DA FORMA DE PROPAGAÇÃO DAS ONDAS SÍSMICAS", basta premir em "clica aqui".

Observa atentamente a figura.

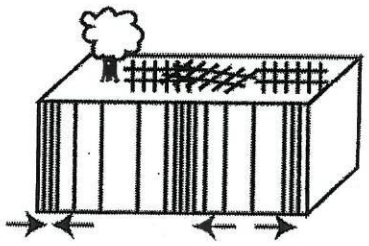


Fig. 4

A forma de propagação das ondas sísmicas esquematizada na figura 4 refere-se:

- às ondas P
- às ondas S
- às ondas superficiais

(Assinala, com uma cruz, a opção correcta)

4.3- Clica em "Volta à página anterior" .

Na página "ONDAS SÍSMICAS" clica no botão 

4- Lê, com atenção, o texto "EXPLORAR AS ONDAS **P** E **S**", em seguida, selecciona em cada caso a opção correcta:

a) As ondas **S** propagam-se:

☐ - apenas através de meios sólidos

☐ - através de meios sólidos e líquidos

☐ - apenas através dos meios líquidos-

b) As ondas **P** propagam-se:

☐ - apenas através de meios sólidos

☐ - através de meios sólidos e líquidos

☐ - apenas através dos meios líquidos

c) As partículas, dos materiais em que a onda se propaga, vibram num plano perpendicular à direcção de propagação no caso das:

☐ - ondas 'P'

☐ - ondas 'S'

☐ - ondas 'P' e 'S'

d) As partículas, dos materiais em que a onda se propaga, vibram paralelamente à direcção de propagação no caso das ondas:

☐ - ondas 'P'

☐ - ondas 'S'

☐ - ondas 'P' e 'S'

Na página "EXPLORAR AS ONDAS **P** E **S**" clica no botão 

6- Lê, com atenção, o texto "SISMÓGRAFOS".

a)Justifica as designações de sismógrafo horizontal e de sismógrafo vertical.

.....

.....

.....

b) Por que razão se utilizam vulgarmente dois sismógrafos para detectar as ondas P?

☐ Um dos registos é utilizado como termo de comparação

☐ Para conferir se a perturbação é registada com exactidão

☐ Para detectar os movimentos nas direcções este-oeste e norte-sul

(assinala a opção correcta)

Na página "SISMÓGRAFOS" clica no botão 

7- Lê, com atenção, o texto "SISMOGRAMAS".

7.1- Indica o que entendes por sismograma.

.....

.....

.....

7.2- Observa atentamente a figura 5.

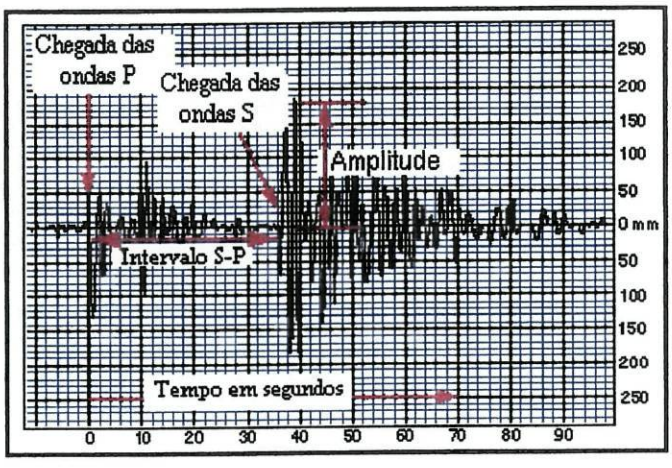


Fig.5

a) A partir da análise da figura, indica qual das ondas P ou S apresenta maior velocidade. Justifica a resposta.

.....

.....

.....

.....

.....

b) Quantos segundos separam a chegada das ondas P da chegada das ondas S?

.....

.....

Ficha n.º 4 **7.º Ano**

Utilizando a aplicação multimédia "SISMOS"

Vamos utilizar esta aplicação para recordar e aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas sobre intensidade sísmica. Para isso, segue as instruções:

- Inicia o Windows
- Prime o botão "Iniciar", selecciona "Programas", desloca o rato para o ícone **Sismos** e faz duplo clique para abrir o produto
- O Menu Principal é a primeira página funcional a ser apresentada quando o programa é iniciado.

1- Escolhe a opção "INTENSIDADE DOS SISMOS" e lê, atentamente, o texto.

Observa a carta de isossistas de um sismo que ocorreu em 1964, representada na fig. 1.

a) Que são isossistas ?

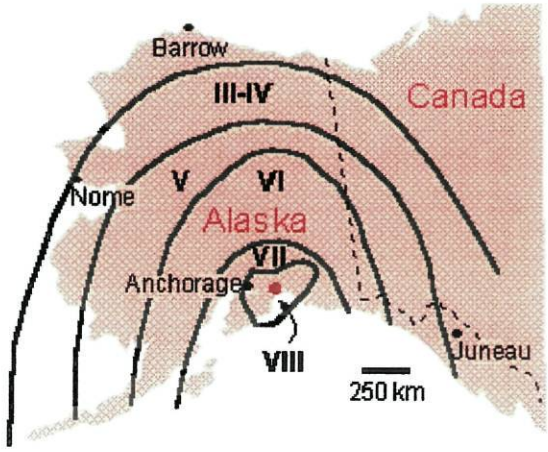
.....

.....

.....

.....

.....



Sismo de Alaska (1964)

Fig.1

b) Qual a intensidade do sismo no epicentro?

.....

.....

c) Indica algumas das consequências observáveis nessa região (consulta a escala de Mercalli).

.....

.....

d) Menciona duas localidades em que o sismo tenha tido a mesma intensidade.

.....

.....

2- Na página "INTENSIDADE DOS SISMOS" prime em "Determinação da intensidade sísmica".

Um violento sismo sacudiu o arquipélago dos Açores em 9 de Julho de 1998. Vais determinar a intensidade sísmica em dez das localidades em que o sismo foi sentido com base nos estragos feitos e na percepção que dele tiveram os seus habitantes.

2.1-

Prime o botão Continuar

2.2- Lê, atentamente, a descrição dos efeitos produzidos pelo sismo em Angra do Heroísmo. Depois de determinares a intensidade sísmica nesta localidade, regista o valor obtido no mapa da figura 1.

2.3- Procede, de um modo semelhante, relativamente às outras nove localidades .

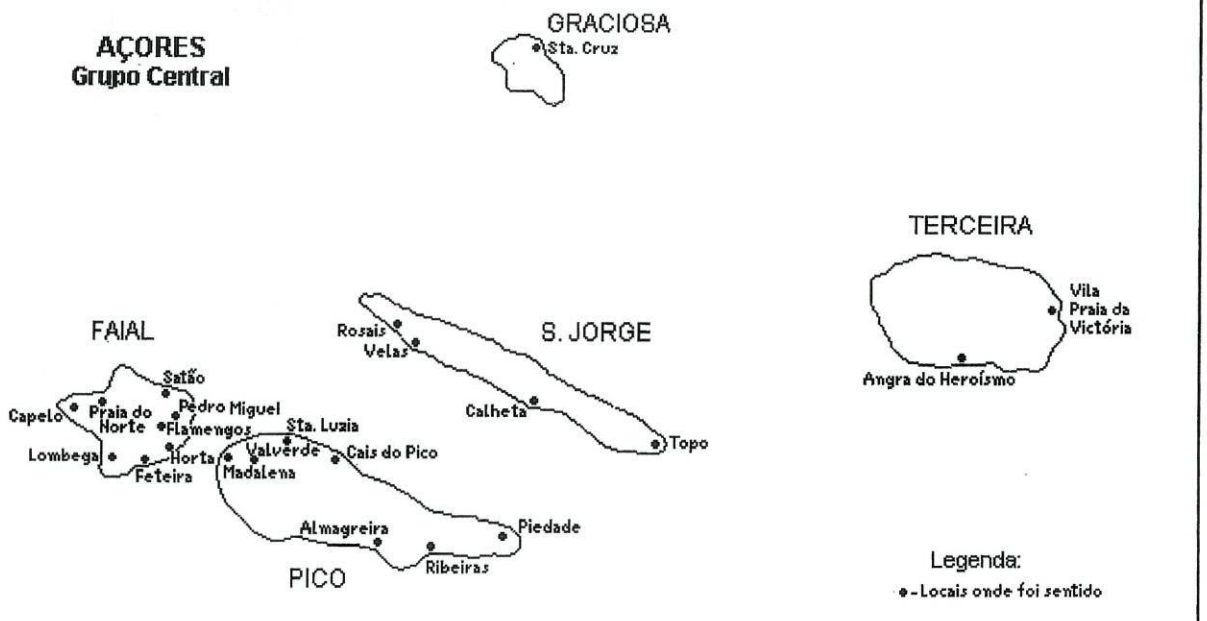


Fig. 1

2.4- No quadro que se segue, estão registadas as intensidades sísmicas nas outras localidades em que o sismo foi sentido.

2.4.1- Regista esses valores no mapa (Fig.1).

Localidades	**Intensidade do sismo (Escala de Mercalli)**
Almagreira (Pico)	V
Cais do Pico	IV - V
Calheta (S. Jorge)	III - IV
Feteira (Faial)	VI
Lombega (Faial)	V
Madalena (Pico)	VI
Pedro Miguel (Faial)	VII - VIII
Piedade (Pico)	III
Praia do Norte (Faial)	VI
Rosais (S. Jorge)	IV - V
St.ª Luzia (Pico)	VI
Vila Praia da Vitória (Terceira)	III - IV

2.6- Utilizando o mapa da figura 1 e tendo em atenção os valores de intensidade sísmica registados, desenha as isossistas correspondentes, isto é, une os pontos de igual intensidade sísmica.

2.7- Indica a zona provável de localização do epicentro deste sismo.

2.8- Clica em "CARTA DE ISOSSISTAS DO SISMO DE 9 DE JULHO NOS AÇORES".
Compara com os resultados que obtiveste.

BIBLIOGRAFIA

AFONSO, C. (1993). *Professores e computadores*. Edições ASA.

ALLÈGRE, C. (1993). *As Fúrias da Terra*. Relógio D' Água Editores

AMADOR, F. (1998). *As imagens no ensino da Geologia*. Aveiro: Universidade

ANDRADE, G. P. (1991). *Ensino da Geologia – Temas didácticos*. Lisboa: Universidade Aberta.

ANTUNES; M. T. (1991). *Ensino da Geologia, perspectivas científicas*. Lisboa: Universidade Aberta.

BELL, J. (1997). *Como realizar um projecto de investigação*. Lisboa: Gradiva.

BOBBÉ, S. et. al. (1998). *Volcans en feu, lieux de vie et de mort*. Paris: Éditions Autrement.

BRANDÃO, J. (1991). *Geologia*. 12.º ano. Lisboa: Texto Editora.

CANAVARRO, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a Ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.

CEDRO, J. M. (1997). *Multimédia*. Lisboa: Texto Editora.

Ciências da Terra – Volume Especial IV . *Utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação em Geologia*. Faculdade De Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa.

COSTA,F. (1998). *Concepção de Sistemas de Formação Multimédia: elaboração de um guião de autor*. 3.º Simpósio Investigação e Desenvolvimento de *Software* Educativo, Évora.

COSTA, F. (1999). *Contributos para um modelo de avaliação de produtos multimédia centrado na participação dos professores.* 1.º Simpósio Ibérico de Informática Educativa, Aveiro.

DAMÁSIO, M. J. (2001). *Práticas educativas e novos media: contributos para o desenvolvimento de um novo modelo de literacia.* Coimbra: MinervaCoimbra.

DERCOURT, J. e PAQUET, J. (1986). *Geologia, objectos e métodos.* Coimbra: Almedina.

DGEBS – Direcção- Geral dos Ensinos Básico e Secundário (1991). *Programa de Ciências Naturais. Plano de organização do ensino-aprendizagem* Volume II. Ensino Básico 3.º Ciclo. Ministério da Educação.

EÇA, T. A. (1998). *NetAprendizagem: A Internet na Educação.* Porto Editora, L.da.

FARNDON, J. . *Como funciona a Terra.* Selecções do Reader's Digest.

GASS, I. G. et al. (1984). *Vamos compreender a Terra* (2.ª ed.). Coimbra: Almedina.

GOHAU, G. (1988). *História da Geologia.* Publicações Europa-América.

HERNÁNDEZ, F. H. (1998). *El museo como espacio de comunicación.* Gijón (Asturias): Ediciones TREA.

KOHLER, P. (1989). *Vulcões, Sismos e Deriva dos Continentes.* Bertrand Editora.

JANEIRA, A. L. (1995). *Fazer-Ver para Fazer-Saber, os museus das ciências.* Lisboa: Edições Salamandra.

LEINZ, V. e LEONARDOS, O. H. (1971). *Glossário geológico.* S. Paulo (Brasil): Companhia Editora Nacional.

LEVY, M. e SALVADORI, M. (2001). *Porque treme a Terra – terramotos e vulcões.* Lisboa: Editorial Notícias.

MAGALHÃES, M. R. e MARINHO, J. A (2000). *Aplicações Multimédia*. Valadares: Centro de Formação de Associação de Escolas Gaia-Sul

MINTZES, J. J. et al.(2000). *Ensinando ciência para a compreensão, uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

MOTTET, G. (1995). *Volcans et tremblements de terre – Des images pour apprendre les sciences*. Institut National de Reccherche Pédagogique.

PAIS, F. (1999). *Multimédia e Ensino: Um Novo Paradigma*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional

PEREIRA, M. et. al.(1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.

PÉREZ, C. et. al. (1998). *Centros de ciencia, espacios interactivos para el aprendizaje*. Universidad del País Vasco.

PHILLIPS, E. E PUGH, D. S. (1998). *Como preparar um mestrado ou doutoramento*. Lyon Multimédia Edições.

PONTE, J. P. (1988). *O computador um instrumento da educação* (2.ª ed). Lisboa: Texto Editora.

PONTE, J. P. (1997). *As novas tecnologias e a educação*. Lisboa: Texto Editora.

RAULY, T. D. (1992). *Escolher e utilizar os suportes visuais e audiovisuais*. Coimbra Editora, L.da.

READ, H. H. (1976). *Geologia, Uma Introdução à História da Terra* (2.ª ed.). Publicações Europa-América.

RIBEIRO, A. (1998). *Uma breve história tectónica da Terra*. Lisboa: Parque EXPO 98.

ROSS, K. e SHUELL, T. (1993). *Children's Beliefs about earthquakes*. Science Education 77(2): 191-205.

SANCHO, J. M. (1998). Para una tecnologia educativa (2.ª ed.). Barcelona: Editorial Horsori.

SANTOS, M. E. (1998). *Mudança conceptual na sala de aula* (2.ª ed.). Lisboa: Livros Horizonte.

SCHIELE, B et. al. (1998). *La révolution de la muséologie des sciences*. Éditions MultiMondes.

SILVA, A. D. et. al. (1998). *Planeta vivo*. 7.º Ano. Porto: Porto Editora.

SILVA, A. P. (1996). *Hipertexto/Hipermedia: A funcionalidade da World Wide Web*. Porto: Publicações Politema. Instituto Politécnico do Porto.

STRAHLER, A. N. (1997). *Geología Física*. Barcelona: Ediciones Omega, S. A.

TAZIEFF, H. (1995). *Os vulcões e a deriva dos continentes* (2.ª ed.). Publicações Europa-América, Lda.

TRINDADE, M. B. et. al.. (1993). *Iniciação à museologia*. Lisboa: Universidade Aberta.

UNESCO (1998). *Educação um tesouro a descobrir* (edição portuguesa – 4.ª ed.). Porto: Edições ASA.

UNESCO (1998). *Professores e ensino num mundo em mudança* (edição portuguesa). Porto: Edições ASA.

UYEDA, S. (1992). *Uma Nova Concepção da Terra*. Lisboa: Gradiva.

VALADARES, J. e PEREIRA, D. (1991). *Didáctica da Física e da Química*. Lisboa: Universidade Aberta

VANCLEAVE, J. (1993). *Ciências da Terra para jovens*. Lisboa: Publicações D. Quixote.

VICTOR, L. A. (1998). *O fundo dos oceanos*. Lisboa: Parque EXPO 98, S. A.

WYLLIE, P. J. (1995). *A TERRA, Nova Geologia Global* (3.ª ed.). Lisboa:. Fundação Calouste Gulbenkian.

INTERNET

Annenberg/CPB
http://www.learner.org/exhibits/volcanoes/entry.html

A Science Odyssey
http://www.pbs.org/wgbh/aso/tryit/tectonics

Geology Labs On-Line
http://vcourseware5.calstatela.edu/GeoLabs/index.html

Investigating earthquakes through regional seismicity
http://www.scedc.scec.org/Module/tittle.html

Materials Teaching Educational Resources – MATTER Project
http://www. matter.org.uk/schools/sitemap.html

Projecto PEDACTICE
Projecto europeu centrado na avaliação de *software* educativo
http://www.fpce.ul.pt/pedactice/

Savage Earth
http://www.pbs.org/wnet/savageearth/index.html

SCEC Education Module

3.º Simpósio Investigação e Desenvolvimento de *Software* Educativo
http://www.minerva.uevora.pt/simposio

The good Earth

eartquakes

http://newmedia.avs.uakron.edu/geology/ge/ch/eqk/index.html

The Tech

http://www.thetech.org/exhibits_events/online/quakes/intro

USGS, Eartquake Hazard Program.

http://eartquakes.usgs.gov/4kids/4grownups/4grownups_faults.html


VULCÕES


SISMOS

VULCÕES e SISMOS

Aplicações Multimédia para o Ensino Básico

Errata

Pág.	Linha	Onde se lê	Deve ler-se
50	6	... da distância ao epicentro.	... da distância Δ ao epicentro.
50	7	f( )	f(Δ)
50	8	... em função de .	... em função de Δ.
57	18,19 e 23	Mohorovièié	Mohorovičić
58	2	Mohorovičié	Mohorovičić
59	9	Mohorovičié	Mohorovičić
75	10	interactivo	iterativo

VULCÕES e SISMOS

Aplicações Multimédia para o Ensino Básico

Errata

Pág.	Linha	Onde se lê	Deve ler-se
50	6	... da distância ao epicentro.	... da distância Δ ao epicentro.
50	7	f( )	f(Δ)
50	8	... em função de .	... em função de Δ.
57	18,19 e 23	Mohorovièié	Mohorovičić
58	2	Mohorovičié	Mohorovičić
59	9	Mohorovičié	Mohorovičić
75	10	interactivo	iterativo
131	11	deslizamento	desligamento
180	18	deslizamento	desligamento