

Terra e Educação em Ciências

10 Estrutura interna da Terra e tectônica de placas



Introduzindo o assunto

A importância desta aula decorre, principalmente, da maneira como a estrutura interna da Terra é abordada pelos livros didáticos. Em geral, pouco se apresenta da relação entre os terríveis terremotos e a compreensão da estrutura interna do planeta Terra. Os conceitos são apresentados de forma genérica, sem conexão com uma geologia histórica e, principalmente, sem vínculo com a história da ciência.

Quais são os indícios que revelam o funcionamento da estrutura interna da Terra? Como podemos analisá-los?

Estas são questões muito difíceis de serem respondidas/solucionadas devido à falta de evidências mais concretas. Na realidade, sabe-se que, devido às limitações tecnológicas para o enfrentamento das altas pressões e temperaturas, não é possível ter acesso à estrutura interna da Terra de forma direta. Segundo Assumpção e Neto (2000), o furo de sondagem mais profundo feito até hoje, em Kola, na Rússia, atingiu apenas 12 km de profundidade, o que representa uma fração insignificante quando comparada ao raio da Terra, que tem 6.370 km. Isso faz com que a estrutura interna da Terra seja estudada de maneira indireta, o que é feito através da análise das ondas sísmicas registradas na superfície.

Agradecemos a Prof^ª Dr^ª Fernanda Keila Marinho Silva pela colaboração na elaboração do conteúdo desta semana.

Terremotos e o estudo do interior da Terra

Os sítios a seguir compõem uma boa explicação do significado de um terremoto, sua ligação com o estudo do interior da Terra e informações adicionais de relevância para a compreensão desta aula.

Acesse os links sobre:

- [Terremotos](#)
- [Ondas sísmicas](#)
- [Estrutura interna da Terra](#)

Litosfera e crosta: há diferenças?

A diferença existente entre as velocidades sísmicas da crosta e do manto indica uma mudança de composição química das rochas. Abaixo da crosta, estudos indicam que há uma ligeira diminuição nas velocidades sísmicas do manto ao redor de 100 km de profundidade, especialmente, sob os oceanos. Esta zona de baixa velocidade abaixo dos 100 km é causada pelo fato de uma pequena fração das rochas estar fundida, diminuindo bastante a rigidez do material nessa profundidade. Assim, a crosta, junto com uma parte do manto acima da zona de baixa velocidade, forma uma camada mais dura e rígida, chamada litosfera. A verdadeira casca da Terra, portanto, é a litosfera, sendo que as placas tectônicas são pedaços de litosfera que se movimentam sobre rochas mais maleáveis. (Assumpção e Neto, 2000)

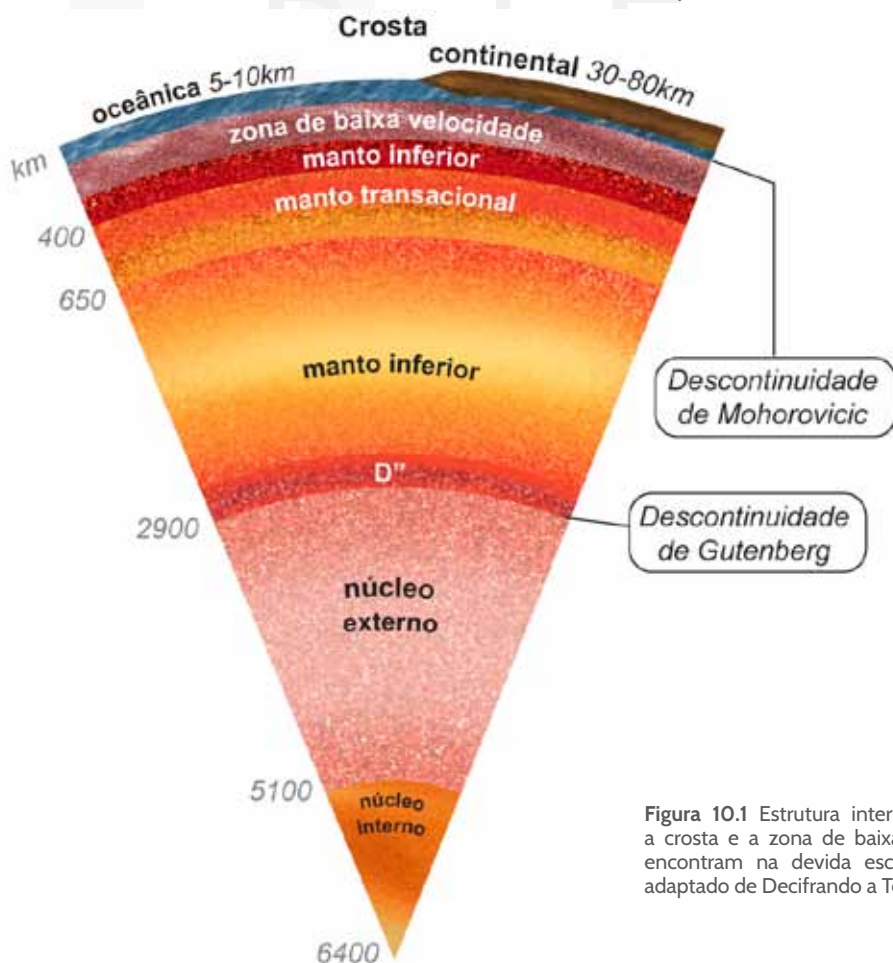


Figura 10.1 Estrutura interna da Terra. Exceto a crosta e a zona de baixa velocidade não se encontram na devida escala. / Fonte: Cepa, adaptado de Decifrando a Terra, p. 85.

Vejam alguns exemplos de recentes noticiários a seguir:

TERREMOTO DE MAGNITUDE 6,1 NA ESCALA RICHTER ATINGE TIMOR-LESTE

Um terremoto de magnitude 6,1 na escala *Richter* atingiu neste sábado o Timor-Leste, na Ásia, mas, por enquanto, as autoridades locais não confirmaram se há vítimas ou danos materiais.

O Serviço Geológico dos Estados Unidos indicou que o epicentro estava a 20 quilômetros de profundidade, 138 quilômetros ao norte de Dili, capital do Timor-Leste, e 388 quilômetros ao nordeste da localidade de Kupang, na província indonésia de Nusa Tenggara, a parte ocidental da ilha.

Timor está no chamado “Anel de Fogo do Pacífico”, uma área onde acontece a maioria dos terremotos registrados no planeta, grande parte deles de baixa magnitude.

(retirado de Folha.com, Mundo, em 16/10/2010)

TERREMOTO DE MAGNITUDE 4,9 ATINGE TADJQUISTÃO; NÃO HÁ RELATO DE VÍTIMAS

Um terremoto de magnitude 4,9 atingiu neste sábado o Tadjiquistão. Até o momento, não há informações sobre danos ou vítimas.

O terremoto foi registrado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, na sigla em inglês) às 15h15 desta sexta-feira (7h15 em Brasília), a uma profundidade de apenas 15,1 km.

Segundo o órgão, que mede a atividade sísmica mundial, o terremoto ocorreu 120 km a sudoeste da cidade de Khujand.

O USGS utiliza uma medição baseada na escala aberta de Magnitude de Momento, que mede a área da falha que se rompeu e a totalidade de energia liberada. Nesta escala, um terremoto de magnitude 6 ou superior pode causar danos significativos em áreas populosas.

(retirado de Folha.com, Mundo, 09/10/2010)

TREMOR DE TERRA ATINGE GOIÁS, TOCANTINS E BRASÍLIA

Um leve tremor foi sentido em Brasília por volta das 17h20 desta sexta-feira. O abalo foi constatado, pelo menos, na região central, Plano Piloto, Águas Claras e Ceilândia.

Segundo o USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos), o tremor aconteceu na divisa entre Goiás e Tocantins e teve magnitude 5 em seu epicentro, a 255 km de Brasília e a cerca de 14 km de profundidade.

O Observatório Sismológico da UnB (Universidade de Brasília) também registrou o sismo e deve divulgar um boletim na próxima hora.

Alguns ministérios, autarquias e tribunais orientaram que os prédios fossem esvaziados. O Palácio do Planalto chegou a destravar as portas de emergência. No Twitter, algumas pessoas registraram ter sentido o tremor nos prédios da OAB-DF e no Tribunal de Justiça.

O Corpo de Bombeiros do Distrito Federal registrou telefonemas de pessoas preocupadas, mas não registrou acidentes por enquanto.

O Tribunal de Justiça divulgou uma nota com informações do tremor e liberou seus funcionários.

(retirado de Folha.com, Cotidiano, 08/10/2010)

Tectônica de placas e a formação de rochas magmáticas e metamórficas

A Teoria da Deriva Continental

Alfred L. Wegener acreditava em 1912, que todos os continentes que existem hoje haviam formado, no passado, um único e grande continente, conhecido como Pangea e ao longo do tempo esses continentes haviam mudado de posição. A fragmentação do supercontinente Pangea teria se iniciado acerca de 220 milhões



Clique [aqui](#) e assista um vídeo que mostra uma simulação da divisão do Pangea.

de anos, durante o tempo em que a Terra era habitada por dinossauros e a partir de então teria se dividido em dois continentes, a Laurásia e a Gondwana.

A essa provável modificação na posição dos continentes, Wegener deu o nome de **Deriva Continental**, embora poucas pessoas o apoiassem.

Para a construção de sua teoria, Wegener apoiou-se em alguns indícios:

1. A semelhança entre os perfis dos continentes sul-americano e africano, que se encaixam quase que perfeitamente um ao outro;
2. Os sinais de uma glaciação ocorrida há cerca de 250 milhões de anos, que são encontrados em todas as áreas terrestres do hemisfério sul atual e também na Índia, dando a entender que tais continentes estiveram unidos em algum momento da história;
3. A existência de fósseis de animais terrestres encontrados no hemisfério sul. Um exemplo é o fóssil do pequeno réptil Mesossauro, encontrado no Brasil e na África;
4. A vegetação fóssil *Glossopteris*, encontrada no hemisfério sul, é de clima frio, enquanto, nos continentes do hemisfério norte, a vegetação era de clima quente. Isso é um sinal de que, no passado, os continentes ocupavam posição diferente da atual. (Almeida, 2006)

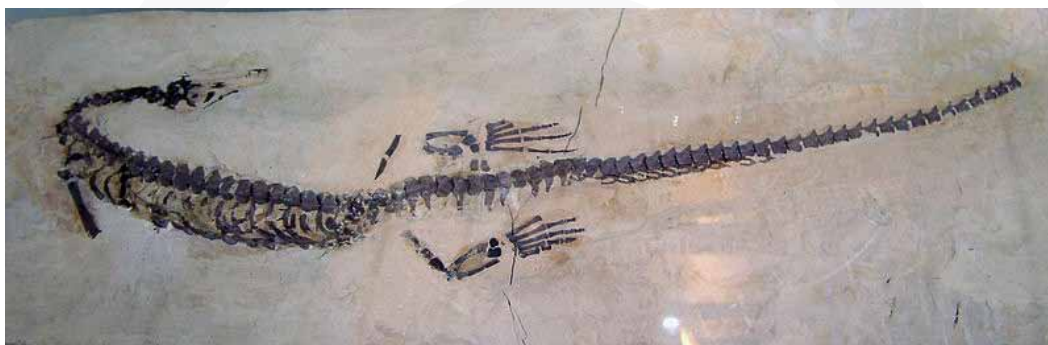


Figura 10.2 Fóssil de Mesossauro. / Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/57/Mesosaurus_fossil.jpg/800px-Mesosaurus_fossil.jpg

Com a eclosão da Primeira Guerra Mundial e a invenção do submarino, houve significativo aumento nos estudos sobre o fundo do oceano. A partir deles, foram descobertas elevações e depressões da crosta terrestre no fundo oceânico. São as chamadas dorsais médio-oceânicas, reconhecidas como imensas fendas da crosta e, ao seu lado, encontram-se cadeias de montanhas, que totalizam cerca de 80.000 km de extensão. As montanhas elevam-se a 2 - 3 km de altura sobre o fundo do mar. Essa descoberta revelou que, em algumas regiões, a crosta está em contínua formação, já que se sabe hoje que, nas fendas das dorsais, o magma sobe à superfície e derrama lava vulcânica.

Nessa época, também se descobriram profundas depressões chamadas fossas oceânicas, que ficam próximas a áreas onde ocorrem tremores de terra e erupções vulcânicas.

As placas tectônicas

Atualmente, já se reconhece que a crosta terrestre não é estável. Na realidade, ela se constitui como uma casca recortada em diferentes pedaços móveis. São cerca de 20 pedaços chamados placas tectônicas. “Algumas dessas placas contêm apenas áreas submersas (que formam o fundo oceânico), como a placa do Pacífico enquanto outras são formadas também por áreas emersas (o “chão” dos continentes), como a Placa Sul-Americana, sobre a qual estamos.” (Almeida, 2006) Analise o seguinte mapa e veja a localização das placas.

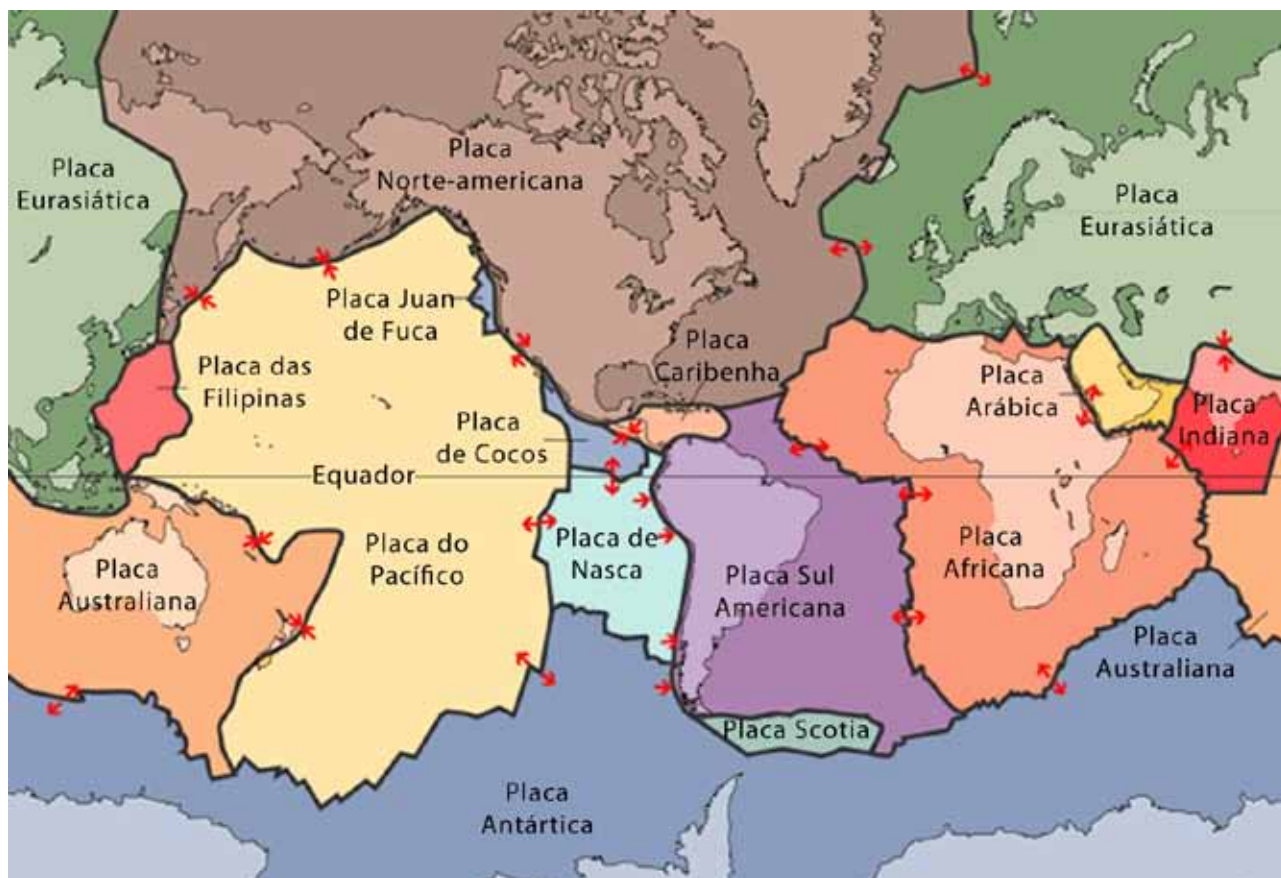


Figura 10.3 Placas tectônicas. / Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Placas_tect2_pt_BR.svg, acesso em 10/11/2010.

As placas tectônicas estão sobre o manto de comportamento viscoso e, por isso, elas se movem, afastando-se ou chocando-se nas zonas de fratura. “Esse movimento é bastante lento em relação às dimensões da Terra, o que o torna imperceptível para nós, mas foi confirmado com o uso de equipamentos sensíveis.” (Almeida, 2006) É importante saber, contudo, que as placas não estão completamente à deriva, boiando sobre o manto viscoso. Na realidade, elas são arrastadas por correntes de convecção que se formam no manto da Terra, seguindo, portanto, o rumo dessas correntes.

A principal explicação para o deslocamento das placas tectônicas é a de que elas seriam empurradas pelo movimento da lava quente do manto da Terra através das correntes de convecção. O princípio básico de uma corrente de convecção pode ser observado esquentando uma grande panela com mel, no qual boiam duas rolhas de cortiça. Ao aquecer o centro da base da panela, o mel esquenta mais rapidamente no centro do que nas bordas da panela, diminuindo ali a densidade do mel. Consequentemente, o mel aquecido subirá enquanto o mel mais frio da borda descerá para ocupar o lugar do mel que subiu. (Tassinari, 2002) Fazendo analogia, é esse movimento que ocorre no manto. A convecção do manto refere-se, porém, a um movimento muito lento da rocha, que, sob condições apropriadas de temperatura elevada, se comporta como um material plástico-viscoso migrando lentamente para cima. A fonte de calor, nesse caso, é a desintegração atômica do núcleo.

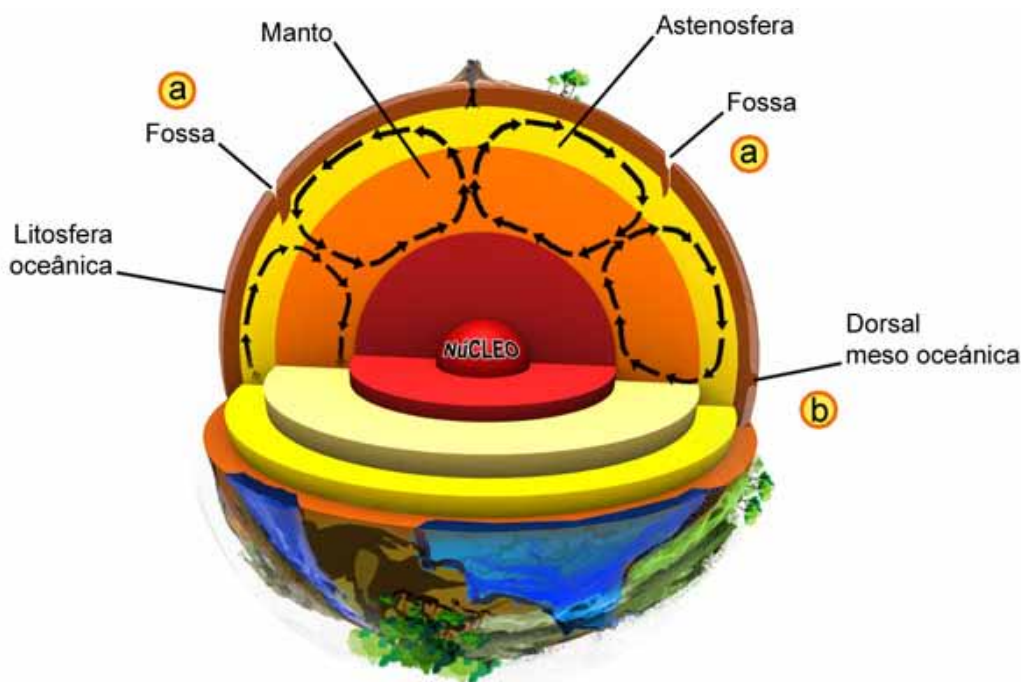


Figura 10.4 Processo de subducção. / Fonte: CEPA.

Chama-se **processo de subducção** o que ocorre quando a parte mais fria e velha da placa se quebra (a) e começa a mergulhar por debaixo de outra placa menos densa. Em compensação, também devido às correntes de convecção, nas zonas das dorsais oceânicas, nova crosta é formada (b).

Atividades

Questionário 1

Pesquise no site [Observatório Sismológico](#) (Universidade de Brasília) e responda às seguintes perguntas:

1. O que implica a escala Richter?
2. O que é epicentro?
3. É possível prever terremotos?
4. Há sismicidade no Brasil?

Questionário 2 ATIVIDADE OPTATIVA

A formação da Terra e seu interior sempre foi alvo de investigação e curiosidade e ao longo da história encontramos várias interpretações sobre a dinâmica interna da Terra. Ao analisá-las, podemos avaliar como as evidências externas e as visões de mundo serviram de ferramenta na criação destes modelos.

As teorias sobre a estrutura interna da Terra devem ser avaliadas como modelos científicos que mudam ao longo dos anos de acordo com as análises das evidências e as visões de mundo e universo em cada período.

Neste sentido, a história das ciências pode ser utilizada como estratégia para mostrar como foram construídos os modelos e que nem sempre houve consenso sobre a formação e dinâmica da Terra.

Leia o texto “[A estrutura da Terra e a teoria da deriva continental](#)”. O texto é um grande resumo sobre as Teorias da Terra e as relações entre as dinâmicas interna e externa. Para compreendermos os processos internos, utilizamos registros fixados na crosta, ou nas palavras de Potapova (1968, vide aula 2) “formas fixadas”. Analise o trecho a seguir e responda às seguintes questões:

Os homens da revolução científica se esforçaram para compreender a superfície terrestre, perguntaram-se sobre a natureza dos fósseis e a origem das montanhas e também investigaram os fenômenos e processos naturais que afetam a Terra, como os terremotos, os vulcões ou a erosão e refletiram sobre eles.

1. Analise, ao longo do texto, como cada filósofo ou cientista citado interpretou os seguintes “processos naturais”: terremotos, vulcões, erosão e sedimentação. Como as interpretações desses processos foram utilizadas para explicar a origem das montanhas?
2. Como você explica esta diversidade de interpretações para fenômenos semelhantes? Quais são os pontos de concordância e de divergência entre os autores?
3. A origem dos fósseis (restos orgânicos ou formas da natureza) também não era consenso entre os teóricos ao longo dos anos. Uma das questões que mobilizava debates era o local onde os fósseis eram encontrados. Como explicar a existência de fósseis de animais marinhos no alto de montanhas? Isso significava que um dia essas montanhas estiveram submersas. Surgiram, então, algumas explicações para essas evidências:
 - a. Os animais marinhos se depositaram no cume das montanhas durante as inundações do dilúvio universal.
 - b. Houve a elevação das montanhas devido a processos que ocorrem no interior da Terra.
 - c. Houve um recuo do oceano primitivo.

Como cada uma destas teorias foi explicada de acordo com as evidências?

4. Durante o século XVIII, as interpretações sobre a formação da Terra se dividiam em duas principais tendências: os netunistas e os plutonistas. Explique as diferenças entre estas concepções e quais são as evidências utilizadas para estas interpretações.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, FERNANDO F. M. DE. **Continentes em movimento**. Ciência Hoje na Escola, 10: Geologia – SBPC. 3ª Edição – Rio de Janeiro, Ciência Hoje, 2006.
- TEIXEIRA, W. (Org). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

