

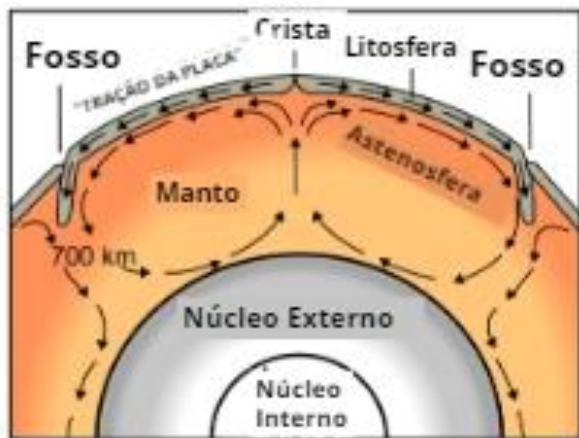
## "Todos os modelos estão errados" - mas alguns estão realmente errados: mecanismos de condução de placas

### Muitos diagramas de manuais de forças de condução de placas têm flechas nos lugares errados

George Box, um estatístico, escreveu em 1976 que "todos os modelos estão errados, mas alguns são úteis". A primeira parte desta frase é usada pelo professor de geociências inspirado, Pete Loader, para ajudar seus alunos a entenderem que todos os modelos, sejam físicos, diagramáticos, computacionais ou matemáticos, são simplificações do 'mundo real' e, portanto, estão 'errados', ou pelo menos incompletos. Isso significa que os modelos precisam ser testados e as suposições feitas na sua produção devem ser discutidas e compreendidas.

Uma maneira pela qual os modelos podem estar "errados" é se tivermos modelos mais novos que explicam as evidências mais completamente, e modelos melhores. Um bom exemplo são os modelos desenhados para mostrar os processos que movem as placas tectônicas.

Quando a 'revolução das placas tectônicas' ocorreu nos anos 1960/70, como cientistas de todo o mundo entendiam a tectônica de placas, o principal mecanismo para mover as placas era considerado uma corrente de convecção no manto. Isso foi mostrado em muitos diagramas. Uma delas foi publicada em um livreto pelo US Geological Survey em 1994, isento de direitos autorais para uso na educação e, portanto, tem sido usado para desenhar muitos diagramas de livros didáticos desde então.



O modelo de mecanismo de condução de placas produzido pelo USGS em 1994 no livreto "Esta Terra Dinâmica". Embora o termo "tração da placa" apareça no diagrama, ele não é explicado lá - apenas no texto próximo.

Licenciado por USGS sob a licença Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 Generic and 1.0 Generic

O diagrama foi acompanhado por outro diagrama mostrando como as correntes de convecção fluem em um béquer.



Convecção de béquer do livreto "This Dynamic Earth" de Kious, W.J. e Tilling, R.I. (1994), USGS, p. 54.

Esses dois diagramas indicam que a principal força motriz para o movimento da placa são as correntes de convecção no manto. Eles também reforçam um equívoco, que o manto é líquido porque pode fluir.

Até a década de 1990, pensava-se que a principal força motriz da placa era a convecção do manto, mas as opiniões dos geocientistas estavam mudando à medida que o livreto do USGS estava sendo escrito, para mostrar que duas outras forças também estavam sendo consideradas:

**Tração da placa** - onde as placas são puxadas para baixo no manto (subductadas) porque as partes subductadas são mais densas que o material do manto abaixo e, portanto, afundam - puxando o restante da placa para trás; isso é chamado de mecanismo de Tração da placa.

**Impulso da cordilheira** - quando novas placas são formadas em margens divergentes nos oceanos, o novo material da placa é quente e menos denso que a área circundante e, portanto, sobe para formar cordilheiras oceânicas. As placas recém-formadas deslizam lateralmente para fora dessas áreas altas, empurrando a placa na frente delas - chamada de mecanismo de impulso da cordilheira.

As evidências mais recentes mostram que:

- tração da placa é o principal mecanismo de condução da placa;
- o impulso da cordilheira pode ter um efeito em que a tração da placa não é o principal condutor da placa;
- há pouca ou nenhuma evidência de que as correntes de convecção no manto movam as placas (além talvez de algumas placas muito pequenas em circunstâncias incomuns).

Isso significa que os diagramas USGS originais, e muitos diagramas desenhados desde então, estão "realmente errados" ao mostrar que as correntes de convecção no manto são a principal força motriz das placas.

**MAS** a tração da placa faz parte da convecção, pois o material denso e frio que pode fluir pode conduzir correntes de convecção no manto sólido. A diferença entre o USGS e modelos de diagrama semelhantes, e o que os geocientistas pensam hoje em dia, é que as setas que mostram a força motriz perto das zonas de subducção não devem ser mostradas no manto, mas

apenas na placa de subducção. Um melhor desenho fica assim, com setas nas placas subductadas mostrando o efeito de tração da placa.

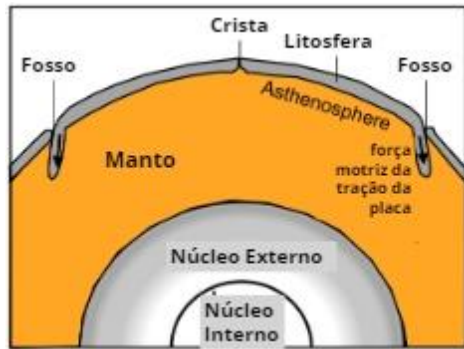


Diagrama USGS modificado para mostrar o mecanismo de condução da tração da placa

Um diagrama ainda melhor mostra como o mecanismo de tração da placa pode continuar no manto profundo, à medida que as placas se subductam (como mostra a tomografia sísmica moderna). Também mostra o mecanismo de impulso da cordilheira, bem como o manto sólido e quente sob as cordilheiras oceânicas e outras margens divergentes das placas; essas correntes crescentes são frequentemente chamadas de plumas do manto.



Diagrama USGS modificado para mostrar fluxos de material sólido

Portanto, um problema com muitos diagramas de livros didáticos hoje é que eles têm as setas do mecanismo de condução de placas nos lugares errados.

As setas não devem mostrar correntes de convecção em circulação no manto geral, mas devem mostrar fluxos de material sólido acionados por convecção onde eles realmente acontecem.

Use essas informações para verificar diagramas de modelos mostrando mecanismos de condução de placas em livros didáticos, on-line em diagramas e animações e até em monitores de museus. Você pode se surpreender ao ver quantas estão "realmente erradas".

Ao mesmo tempo, verifique se os diagramas do modelo rotulam o manto como sólido. Dados sísmicos mostram que o manto é totalmente sólido, exceto, possivelmente, por pequenas porcentagens de rocha derretida no topo das câmaras de astenosfera e magma sob margens divergentes de placas.

## Ficha Técnica

**Título:** "Todos os modelos estão errados" - mas alguns estão realmente errados: mecanismos de condução de placas

**Subtítulo:** Muitos diagramas de manuais de forças de condução de placas têm flechas nos lugares errados

**Tópico:** Uma estratégia para ensinar que todos os modelos são simplificações e que eles podem estar errados quando substituídos por melhores modelos baseados em evidências, como no caso de mecanismos de condução de placas.

**Faixa etária dos alunos:** 16 anos acima

**Tempo necessário para completar a atividade:** a verificação de livros didáticos e outros diagramas / animações pode levar o tempo que for permitido

**Resultados do aprendizado:** Os alunos podem:

- explicar que todos os modelos são simplificações e, portanto, podem não representar a realidade

- completamente correta; baseiam-se em uma série de suposições que podem ou não estar corretas e que geralmente carecem de detalhes;
- explicar como o modo de convecção do manto de convecção já foi considerado correto, mas agora é considerado incorreto; foi substituído pelos mecanismos de tração de placa e impulso da cordilheira;
- redesenhar diagramas incorretos movendo as setas para mostrar as forças corretamente.

### Contexto:

Muitos diagramas nos livros didáticos, que não podem ser reproduzidos aqui por questões de direitos autorais, mostram que a convecção do manto é a principal força motriz do movimento das placas tectônicas, por meio de setas que mostram as correntes de convecção do manto. No entanto, evidências da tomografia sísmica e da velocidade de movimento da placa relacionada à área das placas e ao comprimento das margens das placas mostram que a tração da placa e mecanismos de impulso

da cordilheira são fatores mais importantes para a maioria, senão todas as placas.

A tomografia sísmica usa ondas sísmicas de terremoto para fornecer imagens do interior da Terra da mesma maneira que as tomografias C / T podem fornecer imagens do cérebro humano. As áreas dentro do manto onde as ondas sísmicas viajam mais rapidamente do que o esperado são mais frias, permitindo que esse método escolha as placas de subducção e afundamento. Onde as ondas sísmicas viajam mais lentamente do que o esperado, o manto é mais quente, permitindo que as plumas do manto sejam delineadas.

A ideia original da convecção do manto foi publicada pela primeira vez em um diagrama por Arthur Holmes em 1928, muito antes de as ideias de tectônicas de placas serem aceitas. Você pode ver os desenhos dele, que eram incríveis para a época, pesquisando na Internet usando 'Arthur Holmes e' convecção do manto 'e clicando em' imagens '.

### Continuando a atividade:

Tente redesenhar o modelo de Holmes para mostrar os mecanismos corretos de condução de placas.

### Princípios fundamentais:

- Três mecanismos principais de condução de placas foram propostos; convecção do manto (ou manto de arrasto - manto que carrega a placa), tração da placa e impulso da cordilheira (ambos descritos acima).
- Entre as décadas de 1970 e 1990, a convecção do manto era a principal força motriz da placa e muitos diagramas dos modelos de placa ainda mostram que esse é o mecanismo principal.

- Com o entendimento atual de que a tração de placas é o principal mecanismo de condução de placas, esses diagramas de modelos de condução de placas precisam ser corrigidos removendo as setas de convecção do manto e substituindo-as por setas que mostram os processos de tração de placas, impulso da cordilheira e plumas do manto crescentes.

### Habilidades cognitivas adquiridas:

Produzir um modelo abstrato para mostrar um processo é uma atividade de construção. Criticar o modelo envolve mais construção e conflito cognitivo. Combinar o modelo com a realidade envolve habilidades de ligação.

### Lista de materiais:

- livro didático (opcional) e outros diagramas mostrando mecanismos de acionamento de placas, alguns corretos e outros "realmente errados"

### Links úteis:

Um modelo de movimento da placa conectado aos fluxos no manto sólido pode ser visto em:

[http://www.en.uni-muenchen.de/news/newsarchiv/2018/bunge\\_amnh.html](http://www.en.uni-muenchen.de/news/newsarchiv/2018/bunge_amnh.html) - onde áreas mais frias são mostradas em azul e áreas mais quentes em vermelho.

Experimente a atividade do Geoldeias "O que move as placas?"

[https://www.ige.unicamp.br/geoldeias/wp-content/uploads/sites/20/2017/04/217\\_Stab\\_pull\\_pt.pdf](https://www.ige.unicamp.br/geoldeias/wp-content/uploads/sites/20/2017/04/217_Stab_pull_pt.pdf) para reforçar a ideia de que a tração de placas é o principal mecanismo de condução da placa.

**Fonte:** Chris King da equipe do Geoldeias.

© **Earthlearningidea team.** *Earthlearningidea* busca produzir uma nova ideia de ensino de Ciências da Terra, a cada semana, a custo mínimo, com poucos recursos, para educadores e professores de Geografia ou Ciências de educação básica. Com o intuito de desenvolver uma rede global de apoio, promove-se uma discussão *online* em torno da ideia. *Earthlearningidea* tem pouco financiamento e a maior parte do trabalho é feita por esforço voluntário. Os autores abrem mão dos direitos autorais do conteúdo original contido nesta atividade se ela for utilizada em laboratório ou em sala de aula. Direitos autorais de materiais citados aqui, pertencentes a outras casas publicadoras, encontram-se com as mesmas. Toda organização que desejar usar este material deve contatar a equipe de *Earthlearningidea*. Foi empenhado o máximo esforço possível para localizar e entrar em contato com os detentores dos direitos dos materiais incluídos na atividade, com o propósito de obter permissão de uso. Contate-nos, porém, por favor, se você achar que seus direitos autorais estão sendo desrespeitados; agradecemos toda informação que ajude a atualizar os registros. A tradução/adaptação para Português foi realizada pela equipe do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (IG-Unicamp). Se você encontrar alguma dificuldade com a leitura dos documentos, por favor, entre em contato com o grupo *Earthlearningidea* para obter ajuda. Contate o grupo *Earthlearningidea* em: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)

