



Desde a sua abertura em maio de 2005 que o **CENTRO CIÊNCIA VIVA DE ESTREMOZ** tem tido uma relação de proximidade com as escolas, constituindo sem dúvida o seu principal grupo de visitantes.

Desde sempre que temos procurado que esta relação não se esgote nas visitas dos grupos escolares ao Centro dinamizando, em estreita colaboração com a **ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA**, atividades/produtos que possam ser úteis para os professores.

Surgem então:

- as ações de formação (em ambiente de sala de aula ou no campo), que são atualmente realizadas de uma forma regular no nosso **Centro de Formação** ([www.ccvestremoz.uevora.pt/home/index.php?codtopico=8&item=0](http://www.ccvestremoz.uevora.pt/home/index.php?codtopico=8&item=0));
- a orientação de visitas de campo para grupos escolares (<http://www.ccvestremoz.uevora.pt/home/index.php?txt=info&codtopico=3&item=41>);
- a elaboração de material didático sobre diversas temáticas na área das **Ciências da Terra**.

Desde 2014 que algum deste material tem surgido com regularidade sob a forma de Conversas da Terra, um conjunto de textos profusamente ilustrados com desenhos originais que temos vindo a distribuir de uma forma aberta ([www.ccvestremoz.uevora.pt/home/index.php?txt=info&codtopico=9&item=66](http://www.ccvestremoz.uevora.pt/home/index.php?txt=info&codtopico=9&item=66)).

Criámos também há alguns anos o **TIRA-TEIMAS**, onde respondemos de uma forma individual a perguntas que nos sejam colocadas ([www.ccvestremoz.uevora.pt/home/index.php?codtopico=10&item=0](http://www.ccvestremoz.uevora.pt/home/index.php?codtopico=10&item=0)). Pela frequência com que alguns professores têm recorrido a este serviço e pelos temas abordados percebemos que, apesar das respostas do TIRA-TEIMAS não terem a forma elaborada e mais completa dos textos das Conversas da Terra, seria útil difundir algumas junto da comunidade escolar, evidentemente omitindo a identidade de quem nos colocou a questão.

Nesta nossa aventura de irmos respondendo às questões que nos vão chegando, enviamos uma segunda série de respostas. Lamentamos não conseguir por vezes ser tão rápidos a enviarmos as respostas como gostaríamos mas estas vão-se adaptando aos fluxos de trabalhos que vamos tendo.

Estremoz, 28 de fevereiro de 2018

a equipa do  
Centro Ciência Viva de Estremoz



# Tira-Teimas 2.1

## Zonas de sombra sísmica; não são zonas de escuridão!



### PERGUNTA

As zonas de sombra sísmicas são ou não atingidas por ondas sísmicas? Concretizando, nas zonas de sombra sísmica para as ondas **P**, existem ou não ondas sísmicas **P**.



### RESPOSTA

Esta é uma dúvida que tem todo o sentido, pois a generalidade das coisas que existem disponíveis sobre este assunto baseiam-se em definições/desenhos confusos ou incorretos.

Gostaríamos de começar por salientar que a designação pela qual estas zonas são conhecidas é... "zona de sombra" e não "zona de escuridão"! Esta distinção é fundamental pois numa sombra existe alguma claridade... não é a escuridão total.

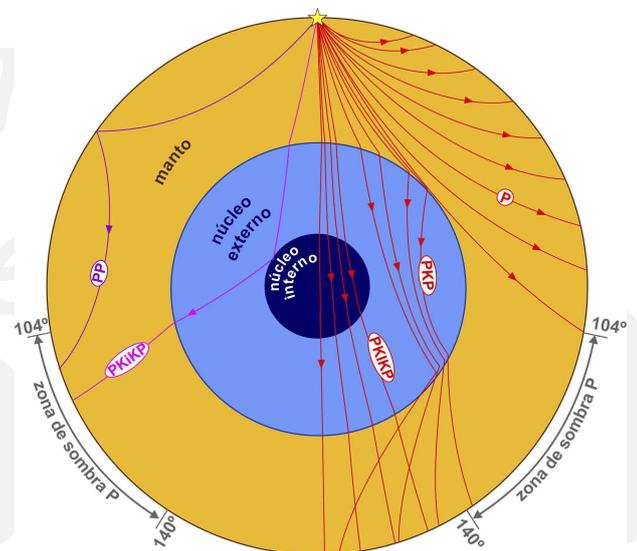
Por isso, do mesmo modo, quando se fala em zonas de sombra sísmica para as ondas **P** (por exemplo, mas para as **S** é o mesmo), estamos a referir que a estas zonas localizadas entre os 104° e os 140° medidos a partir do foco sísmico, chegam algumas ondas **P** mas muito menos do que as que existem fora destas zonas (ver figura anexa).

A confusão começa quando se passa à definição de zona de sombra.

Mesmo associações prestigiadas como os *Serviços Geológicos dos Estados Unidos*, definem as zonas de sombra **P** como (<https://earthquake.usgs.gov/learn/animations/shadowzone.php>) as áreas da Terra a distâncias angulares entre os 104 e os 140 graus medidos a partir de um determinado foco sísmico, que não recebem quaisquer ondas **P** diretas. Segundo a mesma instituição, estas zonas são devidas ao núcleo externo da Terra, que está no estado líquido provocar a refração das ondas **P**.

Ora, se olharmos com cuidado para o esquema anexo que mostra as zonas de sombra e os trajetos de propagação dos vários tipos de ondas **P**, vemos que as únicas zonas que são atingidas por ondas sísmicas diretas **P** são as que se localizam até aos 104°, pois às áreas localizadas depois dos 140° (que já são consideradas como não pertencendo às zonas de sombra) também não chegam ondas **P** diretas.

Deste modo, quando estiverem a ser lecionadas as zonas de sombra **P**, deve-se salientar que estas são



# Tira-Teimas 2.2

## Zonas de sombra sísmica; não são zonas de escuridão!



zonas que se caracterizam essencialmente pela diminuição muito acentuada do número de ondas P que aí chegam.

As áreas da superfície da Terra que não são incluídas nas zonas de sombra são compostas essencialmente por duas situações diferentes. Até aos  $104^\circ$ , temos as áreas onde as ondas P chegam diretamente sem qualquer tipo de refração ou reflexão no núcleo da Terra.

Para além destas ondas P diretas, estas áreas são também atingidas por ondas P que sofrem, por exemplo, reflexões na superfície da Terra, como as ondas PP indicadas no esquema.

Depois dos  $140^\circ$  temos uma segunda área na qual as ondas P são abundantes mas, neste caso, não são ondas P diretas visto terem tido parte do seu percurso no núcleo externo (**PKP**), tendo sido refratadas por duas vezes na fronteira manto / núcleo; a primeira vez quando passaram do manto para o núcleo e a segunda vez quando regressaram ao manto depois do seu percurso no núcleo externo.

Para além destas ondas, aos sectores localizados depois dos  $140^\circ$  chegam ainda muitas ondas que tiveram parte do seu percurso no núcleo interno e que por isso se designam **PKIKP**.



# Tira-Teimas 3.1

## Filipinas e Placa das Filipinas



### PERGUNTA

Verdadeira ou falsa a seguinte afirmação e porquê:

"Nas Filipinas, a atividade vulcânica e sísmica é condicionada pela convergência entre a placa pacífica e a placa euro-asiática."

### RESPOSTA

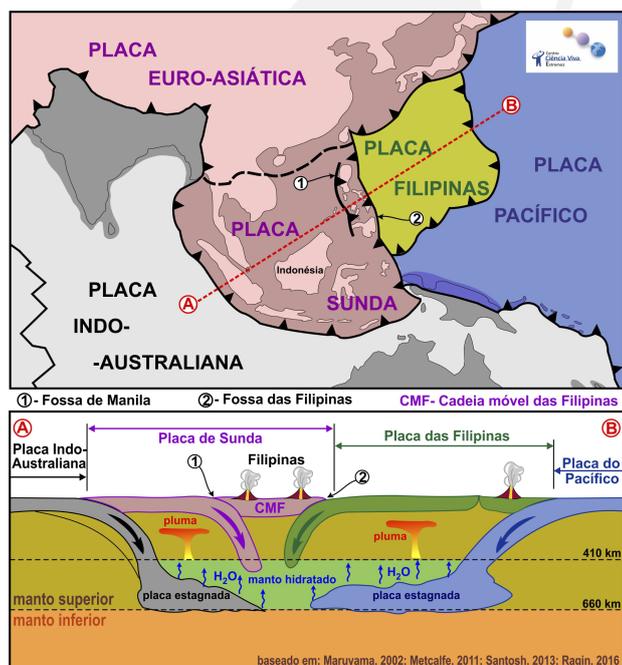
Esta é uma daquelas perguntas que tem um poder avassalador...

A resposta dava, sem dúvida, para escrever um tratado sobre o funcionamento da Tectónica de Placas e de como nos últimos anos, os avanços da Ciência, em especial dos métodos geofísicos têm obrigado a rever muito do que julgávamos saber sobre o seu funcionamento.

Talvez um dia editemos o tal livro mais detalhado que gostaríamos de escrever, ou pelo menos uma **"Conversas da Terra"** (<http://www.ccvestremoz.uevora.pt/home/index.php?txt=info&codtopico=9&item=66>) sobre este assunto.

Por agora, vamos tentar responder de uma forma simples embora mantendo o rigor científico. Para isso elaborámos um esquema que ajuda a clarificar a situação.

As Filipinas são um conjunto de ilhas que ficam localizadas entre duas zonas de subducção subparalelas e próximas que originam as fossas de Manila e das Filipinas. Com esta, parte da resposta fica solucionada uma das questões levantadas... as Filipinas não ficam na placa das Filipinas mas sim ligeiramente a Oeste.



Mas, basta olhar para o corte apresentado, para se perceber que estamos perante uma situação tectónica que não estaríamos à espera, de acordo com os modelos simples das células convectivas a ascenderem nas zonas de rifte e a afundarem por baixo das zonas de subducção. Com efeito, o corte mostra que as Filipinas foram geradas numa região muito estreita por cima de duas zonas de subducção com vergências centrípetas. Mas, se alargarmos um pouco a zona estudada, vemos que mais a Este temos uma zona de subducção que faz mergulhar a placa do Pacífico por baixo da Placa das Filipinas através de uma zona de subducção que mergulha para Oeste. Se olharmos para o sector a Oeste das Filipinas, vemos que a Placa do Índico subducta para Este por baixo da placa de Sunda (esta placa de Sunda não é representada na generalidade dos esquemas tectónicos por se considerar que é apenas um extremo da Placa Euro-Asiática). Ou seja, a zona das Filipinas fica num estreito

# Tira-Teimas 3.2

## Filipinas e Placa das Filipinas



sector alongado (por vezes chamado Cadeia Móvel das Filipinas) para o qual convergem várias zonas de subducção.

Ou seja, as placas desta região convergem para um sector que corresponde a um sector da Terra em que as zonas de subducção afundam no interior do nosso planeta. Este processo, tem vindo a ser bastante estudado nos últimos anos levando a discutirem-se conceitos como grandes plumas frias que, segundo alguns autores, poderão ser os "motores" que contribuem para a aglomeração das placas continentais levando à formação de supercontinentes.

Por isso, a parte da pergunta "*condicionada pela convergência entre a placa pacífica e a placa euroasiática*"... acaba por ser verdadeira, visto estarem a convergir na região das Filipinas as placas Euro-Asiática (ou da de Sunda) e do Pacífico... Mas também a das Filipinas e do Índico... Mas claramente, esta resposta é a ponta do icebergue que esconde uma situação tectónica fascinante em termos dos últimos estudos sobre tectónica de placas...



# Tira-Teimas 4.1

## Degelo e nível do Mar



### PERGUNTA

Qual o efeito do degelo no nível médio da água do mar?

É correto dizer-se que no fim de uma glaciação ocorre fusão de gelo e que a quantidade de água no estado líquido aumenta e por isso ocorre a subida do nível médio da água do mar?

### RESPOSTA

Existe uma resposta simples para estas 2 questões:

Sim, o degelo faz subir o nível médio da água do mar, pois no final de uma glaciação existe uma fusão da generalidade (ou totalidade) dos gelos, o que faz aumentar a quantidade de água no estado líquido e por isso a subida do nível dos oceanos. Com efeito, a quantidade de água disponível à superfície da Terra é sempre a mesma havendo apenas transferências desta entre os reservatórios...

Quando a temperatura sobe, a quantidade de água armazenada sob a forma de gelo diminui e, quando a temperatura desce o volume de gelo aumenta.

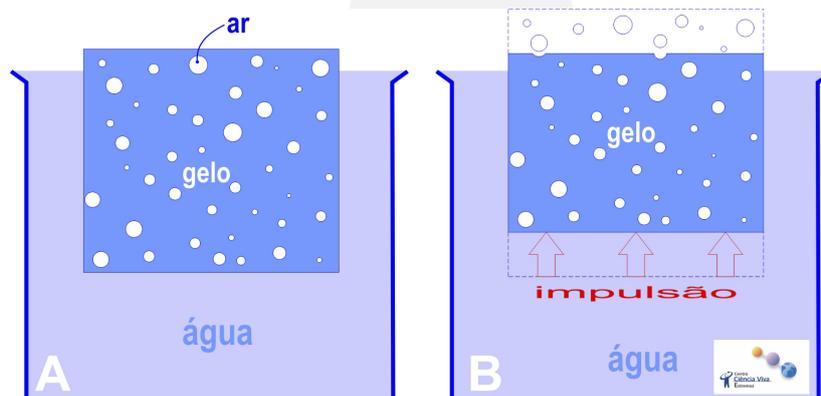
No entanto, é necessário olhar com um pouco mais de cuidado para a relação entre fusão de gelo e subida do nível do mar, pois a relação não é tão evidente como parece.

O gelo flutua na água pois é menos denso do que este líquido; densidade um pouco acima de 0,9 e variando com a temperatura ou a quantidade de sais dissolvidos. Essa menor densidade resulta de o gelo ter no seu interior ar aprisionado. Isto quer dizer que se tivermos um metro cúbico de gelo, ele é formado por um pouco mais de 0,9 m<sup>3</sup> de água e o resto é essencialmente ar. Este é um aspeto fundamental para perceber qual a influência das glaciações no nível do mar.

Para isso façamos uma experiência simples...

Coloquemos um cubo de gelo num recipiente e encha-se este totalmente de água, até não caber mais (*figura A*). Em seguida, deixe-se derreter o cubo de gelo (*figura B*) e, ao contrário do que se poderia esperar, verifica-se que apesar de cada vez termos menos gelo acima da superfície do líquido, não existe água a sair fora do recipiente... Mesmo quando ocorrer toda a fusão do gelo, não sai água nenhuma do recipiente, apesar de no início termos gelo fora de água.

Isto deve-se a que o ar contido dentro do gelo, que no início estava abaixo da superfície da água,



# Tira-Teimas 4.2

## Degelo e nível do Mar



vai-se escapando para a atmosfera, compensando o aumento da água no estado líquido; com efeito, esse vazio que se perde é compensado pela água que fazia parte do gelo que estava acima do nível do mar.

A experiência anterior mostra que, quando o aumento de temperatura da superfície da Terra leva à fusão do gelo que se encontra a flutuar dentro da água dos oceanos (*i.e.* dos icebergues ou da calote polar Norte, que não está assente em cima de nenhum continente), não existe nenhuma alteração do nível do mar.

No entanto, quando ocorre fusão de gelo que está em cima dos continentes (*i.e.* dos glaciares, da Gronelândia ou da calote polar Sul, que está em cima da Antártida), a água líquida daqui resultante faz subir o nível médio da água do mar.



# Tira-Teimas 5.1

## Transgressões/regressões e nível do Mar



### PERGUNTA

Qual a relação entre transgressão e regressão e a subida/recuo da linha de costa?



### RESPOSTA

Durante a transgressão o nível do mar sobe em relação aos continentes, e por isso ,a linha de costa recua em relação à situação anterior ao evento transgressivo, isto é, desloca-se para cotas mais elevadas.

Durante a regressão, ocorre o inverso e a linha de costa desloca-se em direção ao mar, ou seja a área emersa dos continentes aumenta em relação à situação existente antes da regressão.



# Tira-Teimas 6.1

## Placas Oceânicas, Continentais e outras coisas mais



### PERGUNTA

No âmbito da teoria de Tectónica de Placas é correto diferenciar placas oceânicas (predominantemente com oceano ou só com oceano), placas continentais (predominantemente com continente, pois só com continente não conheço nenhuma) e placas mistas (proporção idêntica de oceano e continente)? Se sim, quais os exemplos?

Também no âmbito desta teoria, como explicar o previsível fecho do mar mediterrâneo?

### RESPOSTA

Em relação a estas questões gostaríamos de salientar o seguinte:

1.º - Embora sejam frequentemente referidos estes tipos de placas, não gostamos muito de utilizar esta sistemática pois facilmente pode induzir alguma confusão. Com efeito, as placas tectónicas são placas litosféricas (isto é, incluem a crosta mais a parte superior do manto) e não apenas de crosta e, é a crosta que se divide em continental e oceânica. Por isso, caso se utilize esta nomenclatura, é preciso deixar muito claro junto dos alunos esta questão, de modo a que eles não fiquem a pensar que as placas tectónicas são apenas crustais.

2.º - No que diz respeito aos exemplos (*ver mapa anexo para melhor compreensão*), e salvaguardando o que se referiu anteriormente...

- A Placa do Pacífico será sem dúvida o melhor exemplo de uma "placa" oceânica pela sua dimensão, mas a das Filipinas, a de Nazca ou a de Cocos também são bons exemplos;

- A Placa Arábica é QUASE um exemplo de uma "placa" continental, pois só tem um pouco de crosta oceânica do Índico e muito pouca crosta oceânica no Mar Vermelho;

- Quanto às "placas" mistas... bem são praticamente todas as outras...

A da América do Sul é um caso interessante pois do lado do Atlântico tem uma margem passiva e por isso tem bastante crosta oceânica, enquanto que do lado do oceano Pacífico tem uma margem ativa ligada à subducção dos Andes e, por isso, praticamente não tem crosta oceânica...

No caso da Placa Africana, como tem margens passivas do lado do Atlântico e do Índico, tem de cada lado uma área bastante importante de crosta oceânica integrada nesta Placa.



# Tira-Teimas 6.2

## Placas Oceânicas, Continentais e outras coisas mais



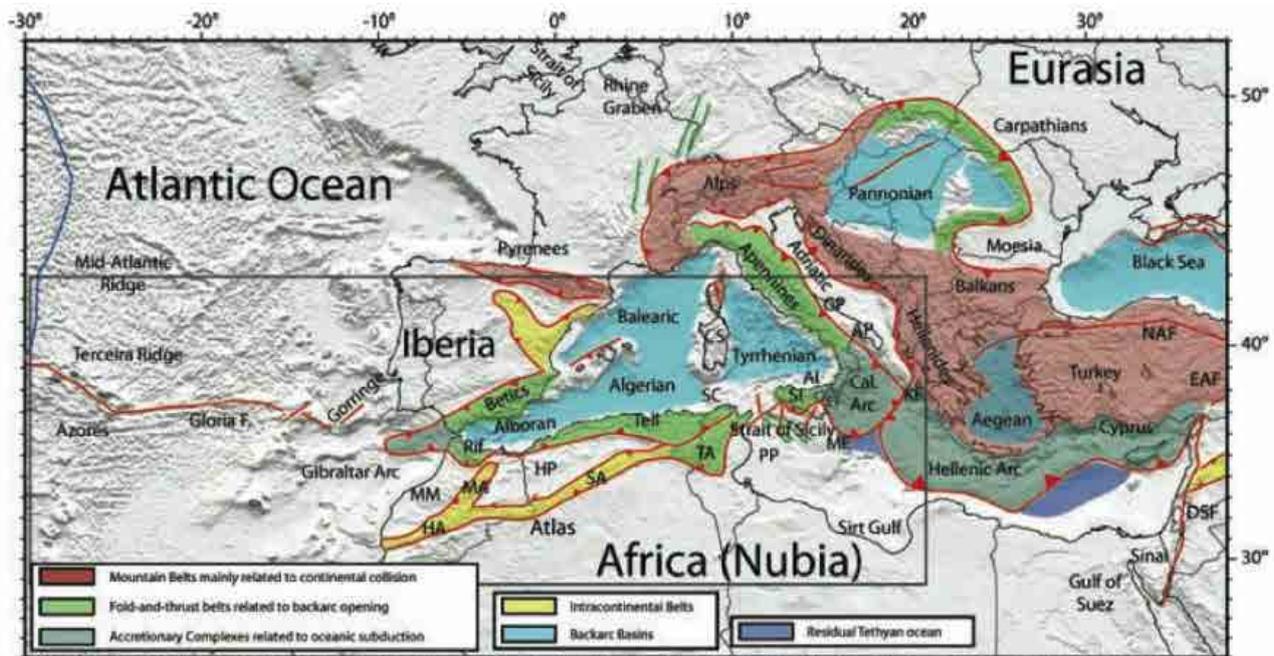
3.º - No que diz respeito à questão sobre o Mediterrâneo... Bem, esta região é extremamente complexa e por isso não é muito didática para os níveis mais básicos...

De um modo muito simplificado, podemos dizer que o Mediterrâneo segue a sutura do Mar de Tétis (que aparece em quase todos os esquemas da Pangeia) e que esta linha de sutura originou a sequência de cadeia de montanhas que vai das Béticas e Pirenéus, segue pelos Alpes, as montanhas de Zagros e chega aos Himalaias.

Continuando a versão simplificada... será possível dizer que se continuar esta tendência dos continentes mais a sul chocarem com os mais a norte, irá acabar por originar o fecho do Mediterrâneo.

Mas se olharmos para o mapa seguinte (fonte: <https://africa-arabia-plate.weebly.com/nubian-plate-north-west-region.html>) vemos que a situação é mais complexa... As subduções no norte de África que mergulham para norte e a do Adriático para Oeste geram a abertura de bacias de pós arco com a génese de crosta oceânica recente e por isso, a existência destas crostas recentes complicam o processo tornando-o menos previsível.

Quanto à crosta do Tétis, alguns pequenos retalhos dela ainda estão preservados na parte mais oriental.



# Tira-Teimas 7.1

## Geodinâmica externa na Lua? Mito ou realidade?



### PERGUNTA

A minha questão prende-se com a geodinâmica externa na Lua. Ela é totalmente ausente ou é bastante reduzida? Há uns manuais que referem uma coisa, outros referem outra, o que acaba por gerar dúvidas.

### RESPOSTA

Mais uma questão que não é de resposta imediata, pois há que olhar com um pouco mais de cuidado para o que se entende por geodinâmica externa e, por outro, o "*totalmente ausente*" ou "*bastante reduzida*" são conceitos um pouco vagos.

De acordo com a generalidade das definições, a geodinâmica externa diz respeito aos processos existentes nas camadas mais externas da Terra (como por exemplo, a atmosfera e a hidrosfera) e a sua interação com a superfície da Terra.

O facto de a Lua ser desprovida de atmosfera e de hidrosfera, está na base de muitos livros referirem que não existe geodinâmica externa na Lua.

No entanto, existem sedimentos na Lua (o que parece contraditório com a ausência de atmosfera, de hidrosfera e até de biosfera na Lua) como podem ver no artigo "***Sediments of the moon and earth as end-members for comparative planetology***" de Abhijit Basu e Emanuela Molinaroli (<https://link.springer.com/article/10.1023/a:1017018621548>).

Como seria de esperar, os processos de produção, transporte, deposição, litificação e preservação destes sedimentos lunares são totalmente diferentes dos que ocorrem na Terra. Os sedimentos lunares resultaram/resultam dos processos associados aos impactos meteoríticos a todas as escalas que ocorreram/ocorrem neste nosso satélite, sendo os processos de meteorização química praticamente inexistentes na Lua. Após a sua produção os processos que atuam sobre os sedimentos lunares, responsáveis pelo seu transporte, acumulação e evolução, são essencialmente o resultado das forças balísticas ou eletrostáticas.

O facto de existir produção e evolução de sedimentos na Lua, mostra que não é possível dizer que não existe geodinâmica externa na Lua, embora como é evidente com características completamente distintas das que existem na Terra.

Esta é a razão que leva alguns livros a falarem, corretamente, na existência de geodinâmica externa na Lua.

# Tira-Teimas 8.1

## Há Polos e Polos...



### PERGUNTA

Gostaria de saber concretamente se, na atualidade, o polo magnético norte corresponde ou não ao polo geográfico norte, uma vez que tenho encontrado informação divergente.



### RESPOSTA

Não correspondem nem havia nenhum motivo para corresponderem exatamente.

Os polos geográficos são os pontos da superfície da Terra em torno dos quais ela roda.

Ou seja, se imaginarmos uma linha reta que passe pelos polos Norte e Sul geográficos esta linha coincide com o eixo de rotação da Terra e por isso estes polos mantêm-se constantes ao longo do tempo.

Os polos Norte e Sul magnéticos correspondem às zonas da Terra a partir das quais as linhas do campo magnético desta radiam. Como a localização destes polos resultam essencialmente da dinâmica do núcleo externo, e esta varia ao longo do tempo, faz com que a sua localização varie também ao longo do tempo.

Atualmente, a sua posição é próxima da ilha de Bathurst que se localiza no norte do Canadá (a cerca de 1 600 km do polo Norte geográfico), e varia à velocidade de cerca de 40 km por ano.

