

Relação entre a Geodesia e outras disciplinas científicas

É a inter-relação que determina o grau de utilidade e aceitabilidade de qualquer actividade humana, e em última análise, dita o seu alcance

A apresentar:

- 1 - Domínios de aplicação da Geodesia
- 2 - Relação simbiótica da Geodesia com outras ciências
- 3 - Disciplinas que proporcionam a sua base científica

Relação com a Topografia

Em muitas línguas, não é feita qualquer distinção entre as duas. A distinção, inerente à língua inglesa, causa provavelmente mais problemas do que resolve.

Topografia ("*surveying*") é a prática do posicionamento. Geodesia ("*geodesy*") é a ciência da geometria da Terra e sua dinâmica e é a fundamentação teórica da Topografia.

Durante séculos, o papel da Geodesia foi servir principalmente o Levantamento topográfico/Cartográfico. Embora, parte significativa da informação fornecida pela geodesia cai dentro da área do posicionamento, uma contribuição igualmente substancial cai fora.

Relação com:

(a) **Cartografia:** É bem sabido que é necessária uma rede de pontos bem distribuídos à superfície da Terra (controlo geodésico), com posições horizontais e verticais conhecidas, para a produção de cartas (desde os mapas em pequena escala de países inteiros, até às cartas em grande escala usadas pelos municípios).

(b) **Hidrografia:** pode ser considerada como uma prática de posicionamento no mar, combinada com a determinação da profundidade de sondagens e, como tal, aplica muitos dos métodos da Geodesia (o apoio de posicionamento hidrográfico é feito com o auxílio de redes geodésicas junto à costa).

Relação com:

(c) **Ordenamento urbano:** No domínio do urbanismo, a localização das construções humanas, em particular das infra-estruturas subterrâneas, necessita ser definida e, por vezes, monitorizada com grande rigor. Para isso são necessários pontos de controlo geodésico.

(d) **Ordenamento do território:** o estabelecimento de bases de dados ambientais (servem como sistemas de informação integrada para os transportes, para o uso dos solos, serviços sociais e comunitários, listagem de proprietários de terras, avaliação de impostos e estatísticas da população) deve ser baseado em parcelas de território cuja localização é univocamente definida em termos de coordenadas, referidas a uma rede geodésica.

Relação com:

(e) **Projectos de Engenharia:** Durante a edificação de grandes estruturas (barragens, pontes, viadutos, fábricas, etc.) é necessário colocar as várias componentes destas estruturas em localizações predeterminadas. Com este objectivo, são usadas coordenadas de diferentes tipos.

- Muitas vezes é necessário conhecer os movimentos de terrenos e os níveis da água, antes, durante e após a construção.
- No caso de barragens, túneis para transporte de água, canais para irrigação e obras semelhantes, deve ser conhecida a forma exacta das superfícies equipotenciais do campo gravítico terrestre.
- A determinação de movimentos de terras e da forma das superfícies equipotenciais é da responsabilidade da Geodesia.

Relação com:

(f) **Demarcação de fronteiras:** A definição rigorosa de fronteiras internacionais e intra-nacionais (concelho, distrito, província ou Estado) tem uma importância fundamental, não só do ponto de vista político, mas também económico.

- Recentemente, tem sido colocado bastante ênfase na necessidade de uma descrição, rápida e precisa, de jazidas de petróleo e de gás, mesmo em partes do mundo tão inóspitas como o Ártico, o Mar do Norte e várias plataformas continentais em zonas remotas.
- O posicionamento e marcação de tais fronteiras é feito, com menor custo, se for apoiado num esqueleto de pontos com coordenadas horizontais conhecidas - a rede geodésica.

Relação com:

(g) **Ecologia:** Foi estabelecido, nas décadas mais recentes, que é necessário estudar os efeitos das acções humanas sobre o ambiente.

- Um desses efeitos é o dos movimentos do solo causados pela extracção de recursos subterrâneos (incluindo água, petróleo e minerais) ou pelo depósito subterrâneo de resíduos.
- A detecção e o controlo destes movimentos é um problema geodésico.

Relação com:

(h) **Geografia:** Toda a informação posicional necessária à Geografia é fornecida pela Geodesia.

- Mesmo que a precisão das posições e de outra informação geométrica usada pelos Geógrafos seja, geralmente, muito menor do que a necessária nos outros domínios descritos atrás.
- Esta informação é de carácter global e só a Geodesia a pode proporcionar.

Relação com:

(h) **Planetologia:** Certas áreas desta ciência são domínio da Astronomia ou da Geofísica.

A Planetologia usa métodos - para estudar a geometria, os campos gravíticos e as deformações dos planetas - **que são idênticos aos métodos usados em Geodesia.**

- Portanto, praticamente toda a Geodesia é aplicável em Planetologia.

- Por virtude desta afinidade especial entre Planetologia e Geodesia, alguns geodestas encaram como fazendo parte da Geodesia a determinação da forma e do tamanho dos planetas, bem como o estudo dos seus campos gravíticos.

2- Relação simbiótica da Geodesia com outras Ciências

Enquanto a Geodesia fornece informação geométrica acerca da Terra a outras geociências, estas fornecem conhecimentos físicos de que a Geodesia necessita para construir os seus modelos.

Estes domínios são os seguintes:

GEOFÍSICA
CIÊNCIA DO ESPAÇO
ASTRONOMIA
OCEANOGRAFIA
METEOROLOGIA
GEOLOGIA

Relação simbiótica com a GEOFÍSICA

- A **Geofísica** é provavelmente a ciência que tem uma história e uma afinidade mais próxima à Geodesia.
- Nalguns países, a Geodesia é encarada como um ramo da Geofísica. Por causa desta relação íntima, é muitas vezes difícil distinguir onde acaba a Geofísica e começa a Geodesia.
- Por isso, esta classificação não é partilhada por todos os geodestas e geofísicos.
- A Geofísica, tal como muitos outros domínios científicos, requer as posições e outras informações geométricas, bem como, o estudo do campo gravítico que a Geodesia pode proporcionar.

Relação simbiótica com a GEOFÍSICA

- Em particular, a Geofísica necessita da informação geométrica sobre as deformações temporais da Terra (onde as técnicas geodésicas estão a ser cada vez mais usadas).
- Também noutros domínios da Geodinâmica contemporânea, os dados geodésicos são usados para obter a geometria das deformações.
- A gravidade é uma das mais importantes fontes de informação, usada tanto na teoria como na exploração geofísica; os dados gravíticos são necessários para o estudo das irregularidades na distribuição da densidade das massas subterrâneas.
- Como os geodestas também estão vitalmente interessados nos dados gravíticos, para estudar a geometria do campo gravítico, ambas as ciências reivindicam a jurisdição sobre a colecta de dados gravíticos (gravimetria).

Relação simbiótica com a GEOFÍSICA

- Uma divisão, um pouco artificial, atribuiria a gravimetria global à Geodesia, enquanto as medições gravíticas regionais e locais seriam uma tarefa geofísica.
- As variações temporais do campo gravítico fornecem uma informação importante sobre as causas físicas dos movimentos verticais da crosta terrestre. É por isso que estes dados são, muitas das vezes, explorados no contexto da Geodinâmica contemporânea.
- Em contrapartida, a Geofísica oferece a maneira de compreender melhor a resposta física da Terra a uma variedade de forças, a possível distribuição de densidades no interior da Terra e os efeitos da estrutura interna da Terra sobre o seu movimento.
- Esta informação é necessária quando, com objectivos geodésicos, procuramos estabelecer vários modelos matemáticos (relações).

Relação simbiótica com a CIÊNCIA DO ESPAÇO

- A **Ciência da Espaço** é um domínio muito recente, quando comparado com a Geofísica.
- Contudo, logo desde o início ela tem tido uma relação muito estreita com a Geodesia. A principal razão para tal é que o conhecimento da geometria do campo gravítico externo da Terra é essencial para definir e prever as órbitas dos veículos espaciais.
- Além disso, as localizações das estações de rastreio dos satélites devem ser conhecidas com precisão suficiente para terem utilidade neste domínio; elas são determinadas por meios geodésicos.

Relação simbiótica com a CIÊNCIA DO ESPAÇO

- Por outro lado, esta ciência tem desenvolvido alguns sistemas de posicionamento muito poderosos (GNSS) que utilizam os satélites artificiais da Terra, para complementar as técnicas terrestres de posicionamento.
- A análise das observações das órbitas dos satélites próximos da Terra fornece agora os melhores dados sobre os grandes comprimentos de onda do campo gravítico terrestre, incluindo o valor do achatamento, ou forma da Terra.
- O seguimento de sondas espaciais muito longínquas dá-nos as melhores estimativas do valor da massa da Terra.

Relação simbiótica com a ASTRONOMIA

- A **Astronomia** (uma das ciências mais antigas) e a Geodesia desenvolveram-se paralelamente com forte ligação, durante muito tempo. A Geodesia usava métodos astronómicos para posicionamento.
- Uma das áreas da Geodesia, utilizada até a década de 80, era a Astronomia Geodésica.
- Embora a interdependência tenha diminuído no passado recente, a astronomia de posição pode ainda desempenhar um papel em Geodesia.
- Além disso, assistimos a um envolvimento crescente da rádio-astronomia posicional com a Geodesia.

Relação simbiótica com a ASTRONOMIA

- Outra componente da Astronomia, a Mecânica Celeste, também é necessária em Geodesia para estudar as órbitas dos satélites.
- A Geodesia partilha com a Astronomia o interesse pela medição de distâncias para a Lua; estas são usadas em Astronomia para calcular a órbita lunar, enquanto os geodestas as usam para a determinação de posições.
- De interesse comum é também o estudo da rotação da Terra e do movimento do pólo.

Relação simbiótica com a OCEANOGRAFIA

- **A Oceanografia** é outra das ciências que partilha interesses com a Geodesia. Ambas estão envolvidas na localização e nos movimentos das linhas de costa.
- A Geodesia fornece aos oceanógrafos altitudes relativas dos instrumentos costeiros que medem o nível das águas (marégrafos) e os seus movimentos relativos.
- Também as posições de vários objectos marinhos, incluindo os icebergues, navios oceanográficos, bóias, ondógrafos, determinadas pela Geodesia, são valiosas para os oceanógrafos.

Relação simbiótica com a OCEANOGRAFIA

- A informação oceanográfica com interesse para os geodestas inclui a dinâmica da superfície do mar e os desvios da superfície média do mar (SST) em relação a à superfície equipotencial de referência do campo gravítico terrestre (geóide).
- O conhecimento rigoroso do geóide leva a um maior rigor na determinação da SST e, conseqüentemente, das correntes oceânicas
- Esta informação é necessária para o estabelecimento de um "datum" altimétrico.

Relação simbiótica com a CIÊNCIA da ATMOSFERA

- **A Ciência da Atmosfera**, tal como todas as ciências já mencionadas, usa as posições geodésicas e a gravidade respeitantes às estações meteorológicas e às sondas.
- Partilha com a Geodesia o interesse pela análise das órbitas dos satélites: enquanto a Geodesia interpreta as perturbações das órbitas em termos de efeitos gravitacionais, a Ciência da Atmosfera procura estudá-las em termos dos efeitos da distribuição da densidade do ar.
- Os efeitos causados nos sinais dos satélites podem fornecer informação importante sobre a constituição e propriedades da atmosfera.

Relação simbiótica com a CIÊNCIA da ATMOSFERA

- A Geodesia precisa de modelos para a refrangência atmosférica e dos dados meteorológicos apropriados para avaliar a refração atmosférica, o que constitui um dos mais difíceis problemas em muitas das medições geodésicas.
- Os dados meteorológicos são também necessários na análise das variações temporais do nível do mar e, em casos especiais, na análise das variações temporais da superfície da Terra.

Relação simbiótica com a GEOLOGIA

- A **Geologia** requer nos seus mapas tanto posições horizontais como verticais.
- Em troca, ela fornece aos geodestas o conhecimento da geomorfologia e da estabilidade local das diferentes formações geológicas.
- A informação sobre a estabilidade é essencial, não só para a construção de referências geodésicas, mas também para observatórios de diferentes tipos.
- Com o advento das novas tecnologias de posicionamento, a Geodesia passou a dar grandes contributos à Geodinâmica – a Tectónica de Placas é agora mensurável com grande rigor pela Geodesia.

3- As bases teóricas da Geodesia

O último grupo de disciplinas a ser mencionado é o daquelas que fornecem as bases teóricas para a Geodesia:

(a) Matemática é, de longe, o mais importante sustentáculo da Geodesia. De facto, algumas publicações encaram a Geodesia como um ramo da Matemática Aplicada. Existe em algumas universidades os ramos de Geodesia Matemática.

Esta noção decorre do facto da Geodesia ser, essencialmente, Geometria aplicada à Terra e ao seu campo gravítico.

As bases teóricas da Geodesia

- Em muitos dos problemas geodésicos, está envolvida uma quantidade enorme de dados, logo os geodestas devem ter um treino apropriado para o manuseamento de dados.
- Em Geodesia são necessários vários conceitos de **Análise numérica**, muito particularmente os que respeitam à teoria da aproximação ou teoria dos erros.
- Os métodos numéricos da **Álgebra linear** também são indispensáveis.
- São ainda úteis: a integração numérica, a diferenciação e as equações diferenciais.

As bases teóricas da Geodesia

(b) **Ciências da Computação**, os sistemas computacionais constituem a mais poderosa ajuda computacional e analítica que temos à nossa disposição.

- Muitos dos problemas que se colocam hoje à Geodesia requerem uma solução computacional.
- Os geodestas, como muitos outros cientistas, devem possuir um conhecimento apropriado de, pelo menos, uma linguagem de programação de alto nível e estar adequadamente familiarizados com as capacidades interactivas e gráficas de um computador.

As bases teóricas da Geodesia

(c) A **Física** é quase tão importante para os geodestas como a Matemática.

- Desde Newton, a gravitação tem desempenhado um papel muito importante em Geodesia. A gravidade é/determina a geometria do espaço em que muitas das observações geodésicas são efectuadas.
- Actualmente, a geometria do campo gravítico terrestre é considerada uma parte da Geodesia, em oposição à Física.
- Igualmente, a teoria da propagação das ondas electromagnéticas é de fundamental importância em Geodesia.

As bases teóricas da Geodesia

- Quase todos os instrumentos geodésicos usam os princípios da propagação de ondas.
- Uma compreensão das leis físicas que governam a propagação das ondas é essencial para o nosso conhecimento sobre a natureza dos dados recolhidos.
- Como um número significativo destes instrumentos geodésicos usa a parte visível do espectro electromagnético, um geodesista deve dominar a óptica geométrica.

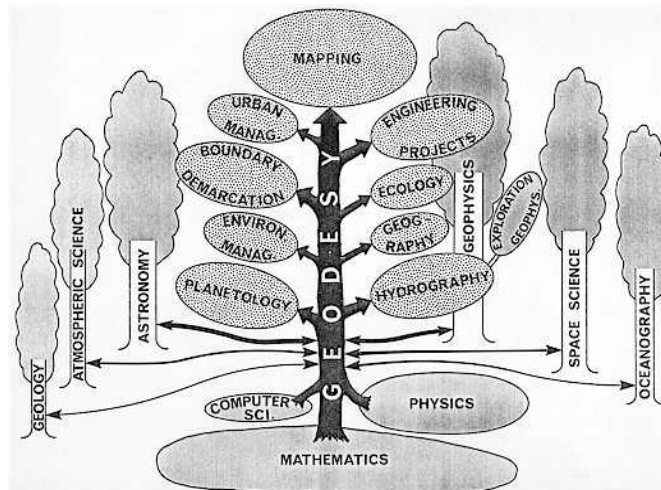
As bases teóricas da Geodesia

- A Mecânica é exigida para a compreensão dos movimentos da Terra e dos seus satélites.
- Neste contexto, são usados dois conceitos da Dinâmica: o movimento de uma partícula física num campo potencial (central ou perturbado) e a rotação de um corpo deformável.
- Portanto, são necessárias as teorias de Kepler e a teoria das perturbações, em conjunto com a teoria de Liouville de um giroscópio deformável.
- Neste Curso, contudo, só iremos usar a teoria de Euler, que é necessária para estudar a orientação de um giroscópio sólido.

As bases teóricas da Geodesia

- Algumas bases elementares de Mecânica do Contínuo e de Reologia (estudo da constituição e comportamento da Terra) ajudam à apreciação da resposta da Terra a diferentes tensões.
- Embora a compreensão da física das deformações da Terra não seja uma exigência em Geodesia, ela ajuda a efectuar uma apreciação correcta destas deformações.
- Para além disso, são usados alguns rudimentos de Acústica em posicionamento marinho e, muitas das vezes, também é necessário algum conhecimento de Metrologia para a calibração de instrumentos geodésicos.

Representação de todas as relações descritas neste capítulo



Os diferentes sombreados significam diferentes relações.