

## Lesson Plan

### Comparação da superfície dos planetas telúricos

*Language(s):* Portuguese

*Domain: ICT>The Internet: searching and interpreting>Interpreting information,  
Science>Geography and Earth Science>Earth science>Geomorphologic phenomenon*

#### **Author(s)**

**Name:** Hélder José Rodrigues Pereira **Organization:** Escola Secundária de Loulé **Role:** Professor

#### **Description/ main idea**

Usando o mesmo tipo de dados e ferramentas usados pelos cientistas planetários, ao longo desta actividade, os alunos terão a oportunidade de vivenciar a emoção da descoberta, enquanto aprendem sobre as diferenças e semelhanças geológicas entre os vários planetas telúricos.

Os alunos utilizarão imagens de satélite e dados topográficos para comparar várias estruturas geológicas presentes na superfície terrestre com estruturas análogas que ocorrem na superfície da Lua, Mercúrio, Vénus e Marte.

## Phases & Activities

### 1. Actividade n.º 1 - Identificação de estruturas geológicas a partir de imagens de satélite da superfície dos planetas telúricos

Os estudantes irão analisar uma série de imagens de satélite da superfície de diferentes planetas telúricos. A análise dessas imagens permitirá que os estudantes identifiquem algumas estruturas geológicas e se familiarizem com os processos geológicos que as originaram.

#### 1.1 Preparação

##### Description

1. Pedir aos alunos para realizarem uma breve exploração da superfície dos planetas telúricos com base na observação das galerias de imagens disponíveis no sítio na Internet [Solar System Exploration](#) da NASA (se o tempo disponível for limitado, como alternativa, pode projectar-se uma compilação de imagens de satélite de várias estruturas geológicas que ocorrem na superfície dos planetas telúricos - [Documento de apoio n.º 1](#)).

2. Liderar uma breve discussão sobre os diferentes tipos de estruturas geológicas que se podem observar a partir do Espaço na superfície da Terra, da Lua e dos restantes planetas telúricos. Pode aproveitar-se essa discussão para rever os principais processos geológicos que permitem a formação dessas formas de relevo antes de dar início à actividade propriamente dita (para uma revisão desses processos consultar Carr et al., 1984 e Melosh, 2011).

3. Dividir a turma em grupos. (*Sugestão: Cada grupo pode funcionar como uma equipa responsável pela exploração da superfície de um planeta diferente.*)

##### Tools

**Hardware Tools:** Computer, Projector

##### Resources

Educational objects (as file):

1. [Documento n.º 1](#)

##### Duration

10 Minutes

#### 1.2 Procedimentos

##### Description

1. Liderar uma breve discussão sobre como os diferentes processos geológicos originam estruturas geológicas/formas de relevos bastante distintas e características. Por exemplo depressões circulares na superfície dos planetas são facilmente identificadas como tendo sido geradas na sequência de impactos de asteroides, cometas ou meteoritos. Ao fazer referência a estes corpos celestes pode

utilizar-se a infografia da NASA [What's that Space Rock?](#) para esclarecer as diferenças entre eles. Aproveitar a discussão para perguntar aos alunos como é que as estruturas geológicas por eles identificadas nas imagens podem ser estudadas com mais detalhe: a partir da superfície ou do Espaço? (*Resposta esperada: Ambas as situações. As observações a partir do Espaço permitem ter uma perspectiva geral de uma maior área geográfica ainda que com pouco detalhe, enquanto as observações realizadas à superfície permitem análises mais detalhadas de áreas mais pequenas.*)

**2.** Pedir aos estudantes para explicarem os vários processos geológicos que actuam na superfície dos vários planetas telúricos e para indicarem as estruturas geológicas/formas de relevo que originam. Os alunos podem ainda reflectir sobre se essas estruturas serão semelhantes quando observadas a partir do Espaço ou da superfície. (*Resposta esperada: Cada processo origina uma estrutura geológica/forma de relevo distinta. Comparando os aspectos de cada uma das estruturas geológicas observadas com outras, cuja origem é conhecida, pode-se deduzir a origem dessas estruturas. Por outro lado a observação a partir da superfície permite ter uma perspectiva tridimensional das estruturas, enquanto as imagens obtidas na vertical a partir do Espaço são bidimensionais.*)

**3.** Entregar a [Ficha da Actividade n.º 1](#) aos alunos. Esta poderá ser feita na sala de aula ou, se o tempo for limitado, poderá ser concluída como trabalho de casa. Contudo, é importante que a *Discussão e Reflexão* seja efectuada na sala de aula, pois a conversação conduzirá à realização da [Actividade n.º 2](#).

## Tools

**Software Tools:** Web browsers

**Hardware Tools:** Computer

## Resources

Educational objects (as file):

1. [Ficha da Actividade n.º 1](#)

## Duration

30 Minutes

### 1.3 Discussão e Reflexão

## Description

**1.** Com base na observação e análise das imagens de satélite seleccionadas pelos alunos pode perguntar-se aos elementos de cada grupo o que aprenderam a partir dessas imagens e qual a vantagem desse método em relação ao estudo *in situ* à superfície. (*Resposta esperada: Podem estudar-se áreas geográficas maiores e ter uma perspectiva geral das estruturas geológicas que ocorrem na superfície dos diferentes planetas. Alguns alunos podem referir as questões económicas e de segurança em relação ao envio de robôs e de seres humanos*). Os alunos podem ainda ser incentivados a reflectir sobre eventuais desvantagem/limitações do uso exclusivo de imagens obtidas por sondas que orbitam os planetas. (*Resposta esperada: Para além das questões de escala podem ser referidas a menor resolução e conseqüente menor qualidade/detalhe dos dados obtidos. Por*

*outro lado outros detalhes necessários para caracterizar as estruturas geológicas/formas de relevo como a altimetria ou o declive não são facilmente inferidos apenas com base na análise de imagens bidimensionais obtidas a partir do Espaço.)*

**2.** Perguntar aos alunos o que é que aprenderam sobre as diferentes estruturas geológicas/formas de relevo, para além da sua identificação e dos processos que as originam. (*Resposta esperada: As formas de relevos estão relacionadas umas com as outras e podem ser usadas para estabelecer a sequência de acontecimentos/história geológica de uma dada região.*)

**3.** No final da actividade dever-se-á explicar aos alunos que é através de uma abordagem idêntica e usando o mesmo tipo de dados científicos que os cientistas planetários estudam os processos geológicos que moldam a superfície dos planetas telúricos. Os alunos irão usar o mesmo tipo de abordagem durante a realização da Actividade n.º 2 analisando dados topográficos obtidos em diferentes missões espaciais.

**Duration**

10 Minutes

## 2. Actividade n.º 2 - Análise de dados topográficos e comparação de estruturas geológicas na superfície dos planetas telúricos

Os alunos irão analisar alguns dados topográficos da superfície de vários planetas telúricos. A análise dessas imagens permitirá que os estudantes, para além de identificarem algumas estruturas geológicas, possam analisar quantitativamente algumas características morfológicas das superfícies planetárias. Para além disso os alunos terão oportunidade de produzir imagens tridimensionais das estruturas analisadas (nomeadamente, crateras de impacto e estruturas vulcânicas) e imagens tipo anáglifo que podem ser observadas com óculos 3D com lentes azul e vermelho.

### 2.1 Preparação

#### Description

1. Descarregar e instalar os programas de *software* Mirone (<http://w3.ualg.pt/~jluis/mirone/>) e iView4D (<http://www.qps.nl/display/fledermaus/iview>) necessários para os alunos analisarem e visualizarem os dados.
2. Descarregar os dados topográficos e imagens necessárias para a realização da actividade (Documento de apoio n.º 2). Alguns dos ficheiros são grandes, pelo que é fundamental realizar esta tarefa antes da aula em que se pretende realizar a actividade.
3. Dividir a turma em grupos e distribuir os ficheiros com os dados topográficos a cada equipa. (*Sugestão: Cada grupo pode funcionar como uma equipa responsável pela exploração da superfície de um planeta diferente.*)

#### Tools

**Software Tools:** Web browsers

**Hardware Tools:** Computer

#### Resources

Educational objects (as file):

1. [Documento n.º 2](#)

### 2.2 Procedimentos

#### Description

1. Liderar uma discussão sobre os tipos de estruturas geológicas que são mais facilmente identificáveis a partir da exploração das imagens de satélite analisadas na Actividade n.º 1 (*Resposta esperada: crateras de impacto e vulcões*).
2. Continuar a discussão solicitando aos alunos para reflectirem sobre a razão que levou a serem usadas diferentes tecnologias para obter os dados topográficos relativos à superfície dos diferentes planetas telúricos (Documento de apoio n.º 3). (*Resposta esperada: Imagens de radar em Vénus e na Terra, devido à presença de nuvens espessas na atmosfera que impedem ou dificultam a utilização*

de sistemas ópticos, como os altímetros laser usados na Lua, em Mercúrio e Marte que possuem atmosferas rarefeitas.)

Pode-se aproveitar a discussão para estimular a participação das alunas, que habitualmente são menos entusiastas na realização deste tipo de actividades, salientando o papel de relevo da cientista Maria T. Zuber no desenvolvimento e análise dos dados topográficos obtidos a partir de altímetros laser. Aquela investigadora liderou a equipa de cientistas que recentemente publicou na prestigiada revista *Science* os primeiros resultados da análise dos dados obtidos pelo altímetro laser a bordo da sonda espacial MESSENGER que continua a orbitar o planeta Mercúrio ([Documento de apoio n.º 4](#))

3. Pedir aos alunos para explorarem, de forma autónoma, os dados topográficos (modelos digitais de terreno relativos às superfícies dos vários planetas telúricos) e que, usando o programa de *software* Mirone, identifiquem algumas crateras de impacto e/ou aparelhos vulcânicos. Os alunos rapidamente verificarão que na superfície dos diferentes planetas telúricos essas estruturas geológicas apresentam diferentes características (os [Documentos de apoio n.º 5](#) e [n.º 6](#) apresentam uma síntese das principais características morfológicas dessas estruturas geológicas).

4. Uma vez que os modelos digitais de terreno correspondem a matrizes de dados georreferenciados ([Documento de apoio n.º 7](#)), durante a etapa seguinte, os alunos poderão explorá-los mais detalhadamente comparando diferentes tipos de crateras de impacto e de aparelhos vulcânicos. Para isso poderão usar as potencialidades dos programas de *software* explorando os dados através da iluminação do relevo, da elaboração de perfis topográficos ([Documento de apoio n.º 8](#)), da medição e determinação de distâncias, alturas, declives e áreas. Os alunos terão ainda oportunidade de explorar os dados de modo interactivo através da visualização tridimensional das estruturas geológicas em estudo ([Documento de apoio n.º 9](#)), podendo inclusive rodar e exagerar a escala vertical das imagens.

5. Caso haja tempo disponível os alunos, com um simples clique do rato, poderão ainda produzir anáglifos (que podem ver e explorar usando óculos 3D com lentes azul e vermelho - [Documento de apoio n.º 10](#)). Esta parte da actividade costuma ser sempre do agrado dos alunos dado o seu cariz mais lúdico.

Se houver uma impressora 3D disponível na Escola poderão ser produzidos modelos tridimensionais de algumas das estruturas estudadas. Tal permitirá ainda que alunos com necessidades educativas especiais (e.g. alunos invisuais) possam igualmente explorar a superfície dos planetas telúricos usando o tacto.

6. Antes do final da aula os alunos de cada grupo devem fazer uma síntese do que aprenderam e apresentar, de uma forma breve, as conclusões a que chegaram ao resto da turma.

## Tools

**Software Tools:** Presentation software Computer applications (Mirone | iView4D)

**Hardware Tools:** Computer, Projector

## Resources

Educational objects (as file):

1. [Documento n.º 3](#)
2. [Documento n.º 4](#)

3. [Documento n.º 5](#)
4. [Documento n.º 6](#)
5. [Documento n.º 7](#)
6. [Documento n.º 8](#)
7. [Documento n.º 9](#)
8. [Documento n.º 10](#)

## Duration

2 Hours

## 2.3 Discussão e Reflexão

### Description

1. Com base na exploração dos vários modelos digitais de terreno, realizada pelos alunos, pode perguntar-se aos elementos de cada grupo o que aprenderam a partir da análise e visualização daqueles dados topográficos. Deve incentivar-se os alunos a referir a(s) mais-valia(s) do uso deste tipo de dados em conjugação com as imagens de satélite exploradas na *Actividade n.º 1*. (*Resposta esperada: Os alunos deverão referir a possibilidade de explorar com mais detalhe outros aspectos das estruturas geológicas/formas de relevo relacionando-as com os processos geológicos que as originaram. Tal permite aos cientistas reconstituir a história geológica das áreas em estudo.*)

2. A discussão deverá ser conduzida de maneira a que os alunos cheguem à conclusão de que os mesmos processos geológicos que moldam a superfície da Terra actuam igualmente na superfície de outros planetas telúricos gerando estruturas geológicas/formas de relevo análogas daquelas que podem ser observadas no nosso planeta. No caso das crateras de impacto pode ainda explorar-se a relação entre o número de crateras e a idade relativa das superfícies planetárias (Baldwin, 1964 e *Documento de apoio n.º 11*), enquanto no estudo nos vulcões se pode relacionar a viscosidade das lavas com a morfologia dos aparelhos vulcânicos.

3. No final da actividade dever-se-á, uma vez mais, explicar aos alunos que é através de uma abordagem idêntica e usando o mesmo tipo de dados científicos que os cientistas planetários estudam os processos geológicos que moldam a superfície dos planetas telúricos e tentam reconstituir a sua história geológica.

### Resources

Educational objects (as file):

1. [Documento n.º 11](#)

## Duration

20 Minutes

### **3. Actividade n.º 3 - Avaliação**

Estratégias para verificar as aprendizagens efectuadas pelos alunos durante e após a realização das actividades.

#### **3.1 Auto e hetero-avaliação**

##### **Description**

A avaliação das actividades realizadas pelos alunos poderá ser feita através de uma discussão global sobre o tema durante a qual os alunos deverão mostrar aquilo que aprenderam sobre o tema. Como alternativa poderá solicitar-se aos alunos a realização de uma apresentação oral ou em póster com a síntese do trabalho que realizaram.

## 4. Bibliografia recomendada

Ver lista de referências bibliográficas.

### 4.1 Lista de referências bibliográficas

#### Description

**Baldwin, R. B.** (1964) Lunar crater counts, *Astronomical Journal*, Vol. 69, N.º 5, 377-392, doi:10.1086/109289.

**Carr, M. H. et al.** (1984) *The Geology of the Terrestrial Planets*, NASA Special Publications, NASA-SP-469, 327p. (<http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19850010579>)

**Carter, W. et al.** (2001) Airborne laser swath mapping shines new light on Earth's topography, *Eos Trans. AGU*, 82(46), 549-555, doi:10.1029/01EO00321.

**Farr, T. et al.** (2007) The Shuttle Radar Topography Mission, *Rev. Geophys.*, 45, RG2004, doi:10.1029/2005RG000183.

**Ford, P. G. and Pettengill, G. H.** (1992) Venus topography and kilometer-scale slopes, *J. Geophys. Res.*, 97, E8, 13103-13114, doi:10.1029/92JE01085.

**Spray, J. G.** (2002) Planetary science: Impacts in the round, *Nature*, 418, 487-488, doi:10.1038/418487a

**Kirk, R. L. et al.** (2008) Ultrahigh resolution topographic mapping of Mars with MRO HiRISE stereo images: Meter-scale slopes of candidate Phoenix landing sites, *J. Geophys. Res.*, 113, E00A24, doi:10.1029/2007JE003000.

**Melosh, H. J.** (2011) *Planetary Surface Processes*, Cambridge University Press, 534p. ISBN: 9780521514187

**Neukum, G., Jaumann, R. and the HRSC Co-Investigator Team** (2004) *HRSC: The High Resolution Stereo Camera of Mars Express*, ESA Special Publications, ESA SP-1240, 17-35.

**Ryan, W. B. F. et al.** (2009) Global Multi-Resolution Topography synthesis, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10, Q03014, doi:10.1029/2008GC002332.

**Scholten, F. et al.** (2012) GLD100: The near-global lunar 100 m raster DTM from LROC WAC stereo image data, *J. Geophys. Res.*, 117, E00H17, doi:10.1029/2011JE003926.

**Smith, D. E. et al.** (2001) Mars Orbiter Laser Altimeter - Experiment summary after the first year of global mapping of Mars, *J. of Geophys. Res.*, 106, E10, 23689-23722, doi:10.1029/2000JE001364.

**Smith, D. E. et al.** (2010) Initial observations from the Lunar Orbiter Laser Altimeter (LOLA), *Geophys. Res. Lett.*, 37, L18204, doi:10.1029/2010GL043751.

**Tran, T. et al.** (2010) Generating digital terrain models using LROC NAC images, ASPRS/CaGIS/ISPRS/AutoCarto Fall Conference Proceedings.

**Wieczorek, M. A.** (2007) Gravity and topography of the terrestrial planets, *Treat. on Geophysics*, 10, 165-206, doi:10.1016/B978-044452748-6.00156-5.

**Zuber, M.T. et al.** (2012) Topography of the northern hemisphere of Mercury from MESSENGER laser altimetry, *Science*, 336, 6078, 217-220, doi: 10.1126/science.1218805.

**Learning objectives****Cognitive - Process:**

To understand: Os alunos deverão ser capazes de compreender e descrever diferentes formas de explorar a geomorfologia da superfície da Terra e de outros planetas telúricos.

To think critically and creatively: Os alunos deverão ser capazes de: a) identificar os principais processos geológicos que actuam e modelam as superfícies planetárias com base em imagens de satélite e dados topográficos; b) explicar como os dados obtidos a partir da exploração remota efectuada por satélites e sondas espaciais podem ser usados para identificar e analisar estruturas geológicas em várias superfícies planetárias, ajudando a determinar a história geológica das áreas exploradas.

**Grade & Age**

15-18 anos

**Keywords/subject**

planetologia, geomorfologia; modelos digitais de terreno, vulcanismo/vulcões, impactismo/crateras de impacto

**Structure**

linear

**Interactivity Type**

active

**Interactivity Level**

high

**Semantic Density****Cost**

Use is free of charge

**Copyright**

No