
**Marte vs Terra, investigação planetária.
Proposta para o Ensino Secundário (10º ano)**

***Planetary Research of Mars and Earth
Proposal for the teaching to 10th grade (Secondary Education)***

V. OLIVEIRA – vani-vani@portugalmail.com (CGUP/UM e Centro Ciências da Terra da Univ. Minho, Braga)

M. I. CAETANO ALVES – icaetano@dct.uminho.pt (CGUP/UM, CCT/UM e Universidade do Minho, Braga)

RESUMO: Esta é uma proposta para o ensino do Tema II, do módulo do Sistema Solar, incluído no programa de Biologia e Geologia do 10º ano do Ensino Secundário. A metodologia escolhida baseia-se na comparação entre o planeta Marte e a Terra. Para isso, sugere-se o uso da informação relativa às missões de exploração a Marte, as imagens das superfícies de Marte e da Terra, e outros recursos disponíveis *online*. Desta forma, a aprendizagem inclui também o uso de novas tecnologias.

PALAVRAS-CHAVE: Marte, planeta telúrico, Ensino Secundário, TIC.

ABSTRACT: This is a proposal for the teaching of Theme II of the module Solar System, as part of the Biology and Geology program of the 10th year of Secondary Education. The methodology chosen is based on the comparison of the planet Mars with Earth. For that, the use of the information from exploration missions to Mars, images of the surfaces of Mars and Earth, and other resources available online are suggested. In this way, learning includes also the use of new technologies.

KEYWORDS: Mars, terrestrial planet, Secondary Education, TIC.

1. INTRODUÇÃO

O tema deste trabalho insere-se na leccionação das ciências planetárias, no âmbito dos programas de Biologia e Geologia do Ensino Secundário, em particular relativamente ao módulo Sistema Solar, no Tema II – “A Terra, um planeta muito especial”.

O conhecimento sobre o Sistema Solar tem tido nas últimas décadas um grande acréscimo de informação. Este resulta da aplicação de novos métodos, suportados pelo avanço tecnológico, que permite melhorar os instrumentos de estudo e a construção de novos. Escolheu-se o planeta Marte para despertar nos alunos o interesse pela investigação planetária, aumentar a sua curiosidade científica e desenvolver o espírito crítico. Os assuntos podem ser abordados através da análise de notícias, relacionadas com o tema, e recorrendo às novas tecnologias, precisamente para estudar o papel da inovação tecnológica no conhecimento planetário, em particular de Marte. Visto que actualmente é mais fácil receber notícias e informações deste planeta, os docentes e os alunos têm à sua disposição conteúdos informativos de acesso quase em tempo real. É essencial enquadrar o tema, de acordo com as metodologias de estudo e as descobertas mais recentes, captar a atenção dos estudantes e aumentar a motivação dos jovens para o estudo das Ciências. Para além disso, o tema proporciona o trabalho efectivo em conjunto, inter e pluridisciplinar, mais eficaz na aquisição de aprendizagem dos *curricula* do Ensino Secundário.

2. OBJECTIVOS E METODOLOGIA

A Ciência deve ser apresentada como um conhecimento em construção, dando-se particular importância ao modo de produção destes saberes, reforçando a ideia de um conhecimento científico em mudança e explorando, ao nível das aulas, a natureza da Ciência e da investigação científica (Ministério da Educação, 2001).

Nos programas de Biologia e Geologia, para além de ser importante rever concepções adquiridas em anos anteriores, é necessário não só reforçar conceitos considerados estruturantes no conhecimento geológico, como também caracterizá-lo através da identificação dos métodos de investigação próprios e dos seus princípios básicos de raciocínio. No âmbito dos temas de Geologia, os objectivos específicos para esta são os seguintes:

- compreender a importância do estudo de outros corpos planetários para o melhor conhecimento do nosso planeta e vice-versa;
- interpretar os fenómenos naturais a partir de modelos progressivamente mais próximos dos aceites pela comunidade científica;
- aplicar os conhecimentos adquiridos em novos contextos e a novos problemas;
- desenvolver capacidades de selecção, de análise e de avaliação crítica;
- promover uma imagem da Ciência coerente com as perspectivas actuais;
- fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente;
- fomentar a participação activa em discussões e debates públicos respeitantes a problemas que envolvam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente;
- melhorar capacidades de comunicação escrita (texto e imagem) e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação).

O tema escolhido exemplifica a importância das controvérsias e mudanças conceptuais na construção do conhecimento geológico, na perspectiva de que a Ciência não deve ser encarada como um acumular gradual e linear de conhecimentos.

No âmbito da Geologia Planetária são vários subtemas a leccionar. A identificação das formas presentes na superfície dos planetas é feita por comparação com outras semelhantes existentes no planeta Terra. Conhecendo as estruturas, é possível propor a explicação para a sua génese, partindo do princípio que processos idênticos aos da Terra se podem aplicar a outros planetas. À semelhança do nosso planeta, no qual as rochas funcionam como arquivos fornecedores de informações sobre o passado da Terra, também o mesmo pode ser extrapolado para o planeta Marte (Chapman, 2007). Sabendo que o mesmo fenómeno geológico pode, por vezes, ser interpretado a partir de mais do que um modelo explicativo, as controvérsias e os debates desempenham um papel importante na construção do conhecimento científico, neste caso do aluno.

3. PLANETAS TELÚRICOS: MARTE VS TERRA – SEMELHANÇAS E DIFERENÇAS

Apresentam-se resumidamente os assuntos que foram seleccionados como sendo os mais adequados ao objectivo, de acordo com os programas referidos.

A introdução do tema proposto deve iniciar-se pela apresentação das características dos planetas telúricos relativamente aos gasosos e respectivo enquadramento no Sistema Solar. Os pontos fulcrais de discussão são a composição, estrutura, dimensão e densidade dos planetas. Resumidamente, as noções de que os planetas telúricos são constituídos por materiais “sólidos” e estão estruturados em camadas função da densidade elevada. As atmosferas, se existem, são pouco extensas quando comparadas com a dimensão do respectivo planeta. Situa-se mais próximo do Sol e têm maior densidade que os planetas gasosos. Mercúrio, Vénus, Terra e Marte são planetas telúricos. Este último apresenta algumas semelhanças relativamente à Terra. Em seguida, compararam-se as características dos planetas escolhidos (quadro 1).

Quadro 1 – Principais características dos planetas Terra e Marte
(NASA, 2010; Spanovich et al., 2005)

Características	Terra	Marte
Distância média ao Sol (x 10 ⁸ km)	1,496	2,279
Período de translação (dias terrestres)	365,24	687,93
Período de rotação (h)	23,93	24,62
Inclinação equatorial da órbita (°)	23,45	25,19
Raio equatorial (x 10 ³ km)	6,378	3,397
Perímetro equatorial (x 10 ³ km)	40,075	21,344
Área da superfície (x 10 ⁸ km ²)	5,101	1,441
Massa (x 10 ²³ kg)	59,74	6,42
Densidade média (água = 1g/cm ³)	5,52	3,94
Temperatura à superfície (mínima/máxima °C)	-88 / 58	-98,15 / 11,85
Composição da atmosfera (%)	78% N ₂ 21% O ₂	2,7% N ₂ 95,3% CO ₂
	Outros gases H ₂ O, CO ₂ , Ar	O ₂ , Ar, CO, H ₂ O

O conjunto de informações numéricas disponíveis, proporciona a comparação a vários níveis. As características dos planetas devem ser discutidas, relacionadas, e reconhecida a possível influência sobre a actividade dos agentes geológicos e quais os efeitos directos ou indirectos na dinâmica e génese da morfologia das superfícies planetárias. O perímetro e o raio equatoriais dos dois planetas ilustram o quanto diferem em volume estes corpos celestes. Destaca-se por exemplo, a inclinação equatorial da órbita de Marte, um pouco superior à da Terra, o que faz com que Marte tenha estações muito parecidas com as terrestres. No entanto, elas duram o dobro devido ao tempo de translação, ou seja ao facto de o ano marciano ser cerca de 1,88 vezes o ano terrestre. É um planeta com calotes polares que aumentam e diminuem consoante a mudança das estações. As atmosferas dos dois planetas são distintas em composição e em extensão. Embora a pressão atmosférica marciana seja cerca de 0,7% da terrestre, tal permite alguma protecção contra a radiação solar e a radiação cósmica. Além dos eventos atmosféricos com efeito sobre as características climáticas, outros fenómenos directamente relacionados com a dinâmica da atmosfera modelam a superfície do planeta. Por exemplo, as grandes rajadas de vento que originam as tempestades de poeira, constroem formas a escala variável, desde os extensos campos de dunas ao polimento eólico dos afloramentos rochosos (Bourke, 2010).

A superfície de Marte, à semelhança de outros planetas telúricos foi modificada por episódios vulcânicos, movimentos crustais e impactos de outros corpos celestes. A tectónica e a actividade vulcânica marcianas diferem das da Terra. Em Marte existe o maior vulcão de todo o Sistema Solar, o monte Olimpo (Werner, 2009), o qual é um dos testemunhos de intensa actividade vulcânica no planeta, cuja distribuição também difere relativamente à da Terra.

A observação de imagens das superfícies da Terra e de Marte permite: identificação dos tipos de formas; propor os tipos de agentes que as geraram, nalguns casos determinar a orientação e outros padrões relatores da acção; reconhecer indicadores de actividade e de inactividade dos principais agentes modeladores da superfície dos planetas; enquadrar quer à escala espacial quer à escala temporal (Pacifiçi, 2009).

A superfície de Marte possui um padrão de formas semelhantes a uma rede hidrográfica, embora sem fluidos visíveis. No entanto, os *robots Spirit* e *Opportunity* encontraram inúmeros vestígios da existência de água no estado líquido, no passado, como, por exemplo, a ocorrência de sulfatos, nódulos de hematite e outros minerais cuja génese depende da existência de água (Léveillé, 2009). Admite-se, então, que devem ter existido neste planeta condições climáticas muito diferentes das actuais.

4. ÁGUA EM MARTE, QUANDO E ONDE?

Foi em 2004, quando a sonda *Opportunity* descobriu areias com *ripples* fósseis, actualmente expostas no plano meridiano de Marte. Os *ripples* formam-se em condições que na Terra são bem conhecidas, pelo movimento continuado das areias por acção dum fluido. A existência de água foi sempre alvo de pesquisa e as recentes observações obtidas pelo *Mars Exploration Rover* (NASA, 2010) e pelo *Mars Express* (ESA, 2010) confirmam a presença de água em Marte.

A percepção do Tempo Geológico e do Tempo Marciano, e os tipos de eventos que testemunham grandes mudanças ambientais planetárias é fundamental ser tratado. Para tal, propõe-se iniciar o assunto com uma actividade de pesquisa seguida de discussão. A informação promotora pode ser a possível ocorrência das maiores cheias conhecidas no Sistema Solar, em Marte há 3500 Ma (Page et al., 2009). Mas, de onde terá surgido a água que provocou essas cheias, quanto tempo terá durado, e para onde terá ido? No presente, o planeta Marte é demasiado frio e a sua atmosfera é muito fina para permitir a existência de água líquida na superfície por muito tempo. Há água congelada próximo da superfície do planeta e nas calotes polares, mas a quantidade necessária para esculpir os grandes canais existentes em Marte e as suas planícies de inundação não está actualmente evidente na atmosfera, nem próximo da superfície (Pacifci et al., 2009). As imagens da sonda da NASA *Mars Global Surveyor* sugerem que as reservas subterrâneas de água podem irromper pela superfície de um momento para o outro. A resposta pode estar nas profundezas do solo vermelho de Marte.

Desvendar a história da água em Marte é importante para desvendar o seu passado climático, e por sua vez, para compreender a evolução de todos os planetas especialmente os telúricos. A água tem ainda outro significado, pois é considerada um ingrediente importante para a Vida. Ao associarmos a esta premissa o facto de Marte ter uma significativa quantidade de todos os elementos químicos necessários para o suporte à Vida, abre-se outro domínio de aprendizagem que merece ser tratado com os curricula de Biologia e Química.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A origem e evolução do Sistema Solar, a presença de água, onde e o que procurar como evidências de Vida, são assuntos que continuam sob investigação. Para além destes, a colonização de Marte é um dos temas em estudo. Este planeta é considerado o de colonização mais fácil, em termos de tempo e gasto de energia. A ideia que a colonização espacial é um inevitável passo no futuro da humanidade, inclusive no tocante à sua existência como espécie, é um assunto de investigação em vários países.

Referências

- Bourke, M.C. (2010) – Barchan dune asymetry: observations from Mars and Earth. *Icarus*, vol. 205, pp. 183-197.
- Chapman, M.G. (2007) – *The Geology of Mars. Evidence from Earth-Based Analogs*. Cambridge University Press, New York, 460 p.
- ESA (2010) – Solar System. <http://sci.esa.int/science-e/www/area/index.cfm?fareaid=7>.
- Léveillé, R. (2009) – Validation of astrobiology technologies and instrument operations in terrestrial analogue environments. *Comptes Rendus Paleovol.*, vol. 8, pp. 637-648.
- Ministério da Educação (2001) – Programas do Ensino Secundário, Biologia e Geologia de 10º ou 11º anos. <http://www.min-edu.pt/outerFrame.jsp?link=http%3A//www.dgicd.min-edu.pt/>.
- NASA (2010) – Solar System Exploration, Planets. <http://solarsystem.nasa.gov/planets/>.
- Spanovich, N., Smith, M.D., Smith, P.H., Wolff, M.J., Christensen, P.R. & Squyres, S.W. (2006) – Surface and near-surface atmospheric temperatures for the Mars Exploration Rover landing sites. *Icarus*, 180, pp. 314-320.
- Pacifci, A., Komatsu, G. & Pondrelli, M. (2009) – Geological evolution of Ares Vallis on Mars: formation by multiple events of catastrophic flooding, glacial and periglacial processes. *Icarus*, vol. 202, pp. 60-77.
- Pacifci, A. (2009) – The Argentinean Patagonia and the Martian landscape. *Planetary and Space Science*, vol. 57, pp. 571-578.
- Page, D.P., Balme, M.R. & Grady, M.M. (2009) – Dating martian climate change. *Icarus*, vol. 203, pp. 376-389.
- Werner, S.C. (2009) – The global martian volcanic evolutionary history. *Icarus*, vol. 201, pp. 44-68.