

Departamento de Ciências da Terra
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Didáctica das Ciências Naturais I

Prof. P. Proença Cunha

Mestrado em Geociências
(área de especialização em Ensino das Ciências Naturais)

Tema II

A Terra no espaço

Rita da Cruz Parreiral

Ano Lectivo 2001/2002

ÍNDICE

1- INTRODUÇÃO-----	4
2- A TERRA NO ESPAÇO	
2.1- Big- Bag- o nascimento do Universo-----	6
2.2- Formação do Sistema Solar-----	9
2.3- Planetas, cometas, asteróides e meteoróides	
2.3.1- Planetas-----	12
2.3.2- Cometas-----	13
2.3.3- Asteróides ou planetas menores-----	14
2.3.4- Meteoros, meteoróides e meteoritos-----	15
2.4- A Terra- acreção e diferenciação-----	16
2.5- A Terra e os planetas telúricos-----	18
2.5.1- Sistema Terra- Lua-----	21
2.6- Vida noutros planetas-----	24
2.7- As mais recentes descobertas-----	25
2.8- Conclusão-----	25
2.9- Glossário-----	27
2.10- Mapa de conceitos-----	30
3- PLANIFICAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO	
3.1- Esquema conceptual-----	31
3.2- Estruturação das aulas-----	32
3.3- Horário geral-----	51
3.4- Objectivos gerais-----	53
3.5- Matriz de objectivos/conteúdos-----	54
3.6-Actividades a desenvolver	
3.6.1-Ficha de exploração do trabalho na aplicação informática PowerPoint: "A ânsia de compreender o mundo"-----	56
3.6.2- Ficha de exploração do filme: "A nossa estrela nasceu"-----	60
3.6.3- Ficha de trabalho "Causas do progressivo aquecimento terrestre"-----	62
3.7- Ficha informativa "Os pioneiros"-----	65
3.8- Transparências-----	66
3.9- Teste de avaliação Sumativo-----	68
4- ACTIVIDADES COMPLEMENTARES	
4.1- Actividade "Constrói o teu próprio Sistema Solar"-----	77
4.2- Ficha de exploração do trabalho em PowerPoint " O grande passo da Humanidade"-----	79
4.3- Visita ao Planetário/Visionarium-----	82
4.4- Visita ao Observatório astronómico da Universidade de Coimbra-----	88
4.5- Vídeo-Clube de Astronomia-----	89
5- BIBLIOGRAFIA-----	106

"Cada um dos nossos passos é uma corrente intacta que remonta aos primórdios.

Cada uma das nossas vidas está encerrada numa teia que se estende até à eternidade.

Nenhum de nós caminha sozinho".

René Dubos

1- INTRODUÇÃO

“...A evolução científica e tecnológica, designadamente no domínio da informação e da cibernética, tem vindo a libertar o Homem das tarefas mais rotineiras, criando assim espaço para a ênfase dos processos mentais superiores - a análise, a síntese e a criatividade...Assim, o futuro da Humanidade dependerá, mais do que nunca, do aproveitamento da inteligência, seja qual for o sector da actividade...”

(Landsheere, in *Curso de Verão*, 1995).

A Unidade de Ensino em análise integra-se no tema II- A Terra no espaço, do novo programa da disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 10º ano de escolaridade.

Na primeira parte deste trabalho encontram-se os conteúdos conceptuais necessários a uma adequada compreensão do referido tema.

Na planificação da Unidade de Ensino, o professor poderá encontrar uma série de estratégias, actividades e materiais de apoio (fichas de trabalho, transparências, diapositivos, etc.), que o poderão auxiliar na organização dos seus planos de aula.

Na proposta de estruturação das aulas, procurou-se criar uma interligação entre os conteúdos a leccionar, as estratégias usadas e os objectivos pretendidos.

Todas as estratégias apresentadas nos planos de aula foram justificadas, com base nos objectivos que se pretendem atingir. Houve também a preocupação de as diversificar o mais possível e adaptá-las ao nível de ensino a que se destinam (10º ano de escolaridade).

Tentou-se seguir os conteúdos conceptuais estabelecidos pelo novo programa de Ciências da Terra e da Vida. No entanto, julgou-se importante a introdução de três aulas suplementares. Destacam-se as seguintes alterações: a 1ª aula, que tem por objectivo motivar os alunos para o estudo do novo tema (A Terra no espaço); a 2ª aula, que permitirá que os alunos recordem conhecimentos adquiridos em anos anteriores (nomeadamente no 7º ano de escolaridade, ao nível da disciplina de Ciências Naturais) e a 4ª aula, que pretende que os alunos conheçam um pouco da origem, estrutura e composição do Sol, antes de entrarem no estudo Sistema Solar. Na 6ª aula, achou-se pertinente fazer uma leve abordagem aos constituintes de um cometa, apesar destes astros não constarem nos conteúdos conceptuais do novo programa.

Todas estas alterações ao novo plano de ensino são justificadas com base numa *aprendizagem significativa*, que implica a existência de conhecimentos prévios por parte dos alunos, permitindo-lhes estabelecer conexões entre a estrutura cognitiva que já possuem e os conhecimentos que se propõem a aprender. Com esta planificação, espera-se contribuir para a formação de *alunos activos*, que participem no seu processo de aprendizagem e construam o seu próprio conhecimento.

Por outro lado, defendemos que o professor não pode ser mero transmissor de conhecimentos já elaborados, mas um profissional a quem cabe o papel de dinamizador e orientador das actividades propostas...É este o desafio pedagógico que se lança aos colegas que venham a consultar a presente proposta.

2- A TERRA NO ESPAÇO



2.1- BIG-BANG, O NASCIMENTO DO UNIVERSO

“Tempo virá em que a investigação diligente, cobrindo longos períodos, esclarecerá coisas que hoje estão escondidas . O tempo de uma vida, mesmo que totalmente dedicado ao estudo do céu, não seria suficiente para a investigação de tão vasto tema... Por isso, esse conhecimento terá de desenvolver-se ao longo de gerações sucessivas. Tempo virá em que os nossos descendentes se surpreenderão por não sabermos coisas que são tão óbvias para eles... Muitas descobertas estão reservadas às gerações vindouras, quando a lembrança da nossa existência já estiver apagada. O nosso Universo seria uma coisa insignificante se não houvesse sempre nele algo a ser investigado por todas as gerações que vão surgindo... A natureza não revela os seus mistérios de uma só vez.

(Séneca, Questões naturais; livro 7, século I)

Quando tentamos penetrar nos mistérios do Universo, todas as surpresas são possíveis e o nosso espírito deve estar preparado para não se deixar perturbar pelo que possa surgir. Em Astronomia, todas as escalas quotidianas perdem o sentido e o próprio espaço constitui o mais estranho problema. Para indicar tais distâncias foi necessário criar novos padrões de medida: o “ano-luz”, que representa a distância que a luz percorre, durante um ano, à velocidade de 300 000 quilómetros por segundo; o “parsec”, que corresponde a 3,26 anos-luz, com os seus múltiplos- “quilo- parsec”(= 1000 pc) e “mega- parsec”(=1 000 000); a *Unidade Astronómica* (U.A.), igual à distância média da Terra ao Sol (149,600 milhões de quilómetros), entre outras (Lanhas, 1966).

Uma simples contemplação do céu permite-nos observar cerca de 3000 estrelas e com o auxílio de um pequeno telescópio, pode tornar-se visível mais de 1 milhão. Os telescópios mais potentes revelam, além de estrelas, muitos milhares de galáxias rodeadas por enormes espaços vazios, o espaços intergalacticos. As galáxias aparecem, muitas vezes, como membros de aglomerados galácticos ligados entre si pela mútua interacção gravitacional (Tavares *et al.*,1996). A *Via Láctea*, galáxia à qual pertencemos, inclui-se num conjunto de cerca de 20 galáxias, o chamado Grupo Local, que ocupa no espaço algumas dezenas de milhões de parsecs de diâmetro (Fig.1).

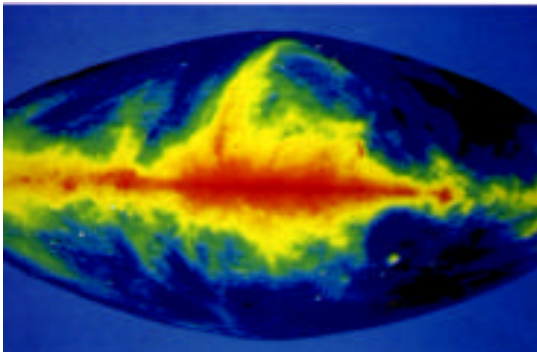


Figura 1- Um radiomapa da nossa galáxia, a *Via Láctea* (Tavares *et al.*, 1999).

A Via Láctea tem duas pequenas galáxias orbitando na sua proximidade. Têm os nomes de Grande Nuvem Magalhães e Pequena Nuvem Magalhães. A grande galáxia, mais próxima da nossa é a *Andrómeda* (Fig.2).

É uma galáxia em espiral, tal como a Via Láctea, mas é quatro vezes maior e está situada a 2,3 milhões de anos-luz de distância (<http://www.hawastsoc.org/solar/portug/solarsys.htm>).

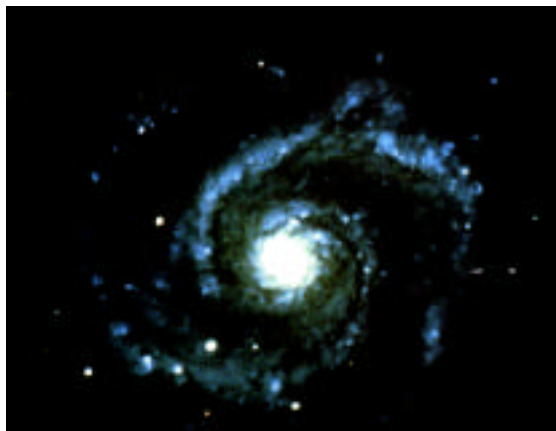


Figura 2- Galáxia de *Andrómeda*, M31.

Está a uma distância de 2,3 milhões de anos-luz, sendo por isso a galáxia mais próxima da nossa Via Láctea (Tavares *et al.*, 1996).

Apesar da aparente distribuição caótica das estrelas, crê-se que o Universo, inimaginavelmente grande, tenha um aspecto homogéneo e isotrópico, quando observado a escalas superiores.

Na década de 1920 descobriu-se que o Universo se encontrava em expansão contínua, devido ao afastamento das galáxias que o constituem.

Os cálculos iniciados por Edwin P. Hubble sobre a velocidade de afastamento das galáxias, permitiram-lhe estabelecer uma relação proporcional entre as suas velocidades de recessão, e as distâncias a que se encontram de nós. Segundo a lei Hubble, a cerca de 10 milhões de anos-luz (distância que representa o limite do Universo visível) todas as galáxias se afastam de nós à velocidade da luz. Este facto poderíamos levar a pensar que a Terra é o centro de expansão do Universo. Contudo, o Universo expande-se em todas as suas partes, pelo que somos apenas uma pequena área da sua expansão.

A actual expansão do Universo sugere que numa fase anterior as galáxias estavam muito juntas e que, há cerca de 15 000 milhões de anos, toda a matéria e energia que existe actualmente no Universo encontrava-se conglomerada num núcleo “condensado” que explodiu violentamente, lançando para o espaço toda a matéria a partir da qual se desenvolveram as estrelas, as galáxias e os planetas - Teoria do Big-Bang.

Imediatamente após o Big-Bang, a matéria em rápido movimento encontrava-se a uma temperatura extraordinariamente elevada, capaz de criar partículas elementares como neutrões, electrões e protões. Essas partículas, produzidas aos pares, apareceram cerca de um milionésimo de segundo após a explosão; 100 segundos depois, o Universo terá arrefecido aproximadamente 100 000 milhões de graus, chegando a uma temperatura capaz de formar átomos de deutério (um isótopo do hidrogénio). Cerca de 3 minutos depois do Big-Bang, deve-se ter formado o hélio, a partir do deutério. Outros elementos como o berílio também se devem ter formado em quantidades relativamente pequenas.

A temperatura do Universo continuou a baixar e, cerca de 1 milhão de anos após a explosão inicial, baixou o suficiente para permitir a formação de hidrogénio. Este

ponto marcou o final da era dominada pelas radiações, onde predominavam os efeitos da energia, e o início da era em que as principais mudanças consistem nas interações entre a matéria.

A extrema violência e a turbulência do fenómeno Big-Bang, fez com que a matéria em rápida expansão não se distribuisse de forma uniforme pelo Universo; assim, criaram-se regiões densas com grandes quantidades de matéria e zonas menos densas com relativamente pouca matéria. Pensa-se que as regiões mais densas começaram a atrair lentamente quantidades crescentes de matéria formando-se as galáxias, cerca de 1000 milhões de anos depois do Big-Bang. Subsequentemente, as galáxias individuais agruparam-se gradualmente formando aglomerados de galáxias.

Cerca de 3000 milhões de anos depois, as primeiras estrelas começaram a desenvolver-se nas galáxias e ao fim de mais de 6000 milhões de anos começou a formar-se o nosso Sistema Solar.

Segundo a teoria geral da relatividade de Albert Einstein, ainda hoje aceite como a melhor das teorias de gravitação, há apenas dois possíveis futuros para o Universo: ou continuará a expandir-se infinitamente a uma velocidade cada vez maior ou a expansão acabará por cessar, havendo um colapso de regresso que formará novamente um "núcleo" condensado, que irá explodir num novo Big-Bang - *Teoria do Universo pulsante*.

Como a matéria detectada no Universo não é suficiente para se pensar em ciclos de Big-Bangs (expansão- estagnação momentânea- contracção), a primeira hipótese é, de uma maneira geral, a mais aceite, prevendo-se que o Universo continuará a expandir-se indefinitivamente, tornando-se cada vez menos activo, até que, dentro de um bilião de anos, estará completamente "morto" - *Teoria do Universo em expansão contínua* (Fig.3) (Tavares *et al.*, 1996).

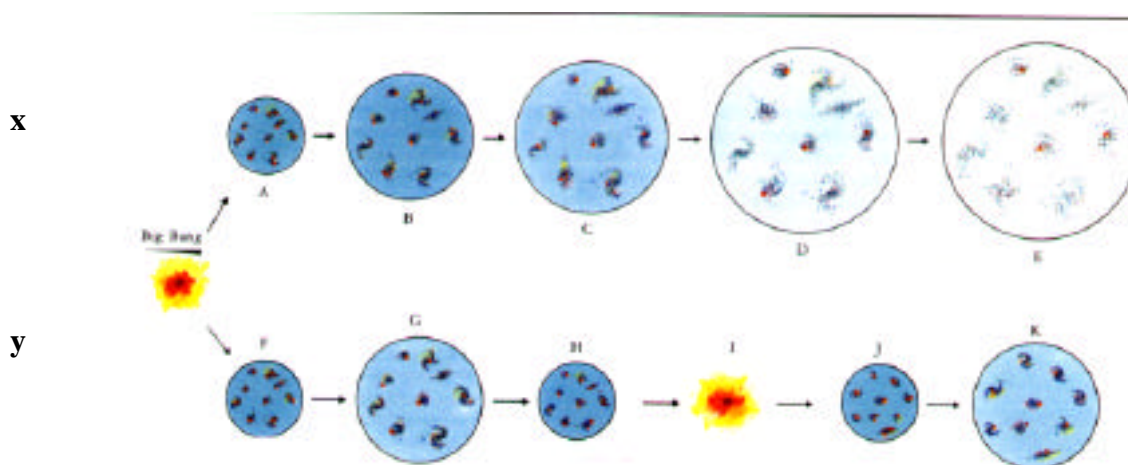


Figura 3- Esquema representativo do futuro do Universo: X (de A a E) - *Teoria do Universo em expansão contínua*; Y (de F a K) - *Teoria do Universo pulsante* (adaptado de Tavares *et al.*, 1996).

2.2- FORMAÇÃO DO SISTEMA SOLAR

*" A Humanidade não ficará na Terra para sempre,
mas na sua busca de luz e de espaço irá primeiro,
timidamente penetrar para lá dos confins da atmosfera,
e mais tarde conquistará para si própria todo o espaço perto"*
(Konstantin E. Tsiolkovsky)

O Sol é o maior objecto do Sistema Solar e contém, aproximadamente, 98% da massa total deste. Emite calor e luz suficiente para todos os corpos planetares deste sistema e, no que diz respeito à vida na Terra, é uma estrela muito especial.

Há muitos séculos que os astrónomos estudam o seu aspecto e comportamento. A observação desta estrela, com a utilização de técnicas e instrumentos especiais, revela a existência de manchas solares, erupções solares e protuberâncias. As *manchas solares* são depressões côncavas existentes na superfície do Sol e a sua actividade repete-se num ciclo regular, que tem uma duração média de cerca de 11 anos. Durante um ciclo, as manchas formam-se entre os 30° a 40° a norte e a sul do equador solar, avançando gradualmente até latitudes de 7° a 8°. Aos 15° as manchas solares atingem a sua actividade máxima. Esta mudança regular da latitude de formação das manchas é conhecida como lei de Sporer, astrónomo alemão que investigou o fenómeno. Mesmo a tão elevadas temperaturas, as manchas solares são mais frias que a restante estrutura solar (*Fig. 4*).



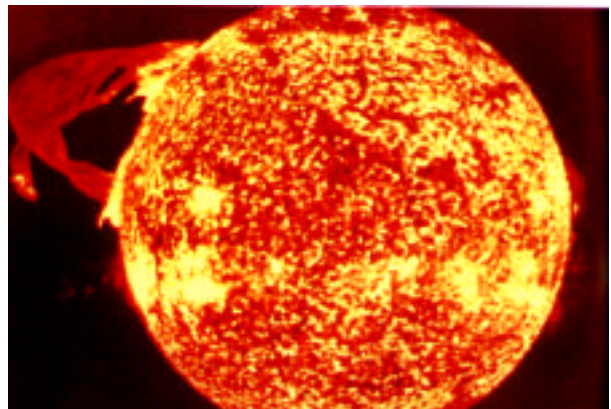
Figura 4- *Manchas solares* (Tavares *et al.*, 1996).

As *erupções solares* são expulsões de energia, com uma duração relativamente curta e com origem nas regiões das manchas solares. As perturbações de rádio e as auroras na Terra são o resultado directo da actividade das erupções solares (*Fig. 5*).

As *protuberâncias*, visíveis à vista desarmada apenas durante um eclipse total do Sol, constituem um outro tipo de

manifestações eruptivas. Podem considerar-se dois tipos básicos de protuberâncias: *protuberâncias quiescentes*, relativamente estáveis e de longa duração e *protuberâncias eruptivas*, com movimentos rápidos que podem atingir alturas superiores a 2 milhões de quilómetros acima da superfície solar (*Fig.6*).

Figura 5- *Erupção solar*, uma das maiores observadas, fotografada pelo Skylab (Tavares *et al.*, 1996).



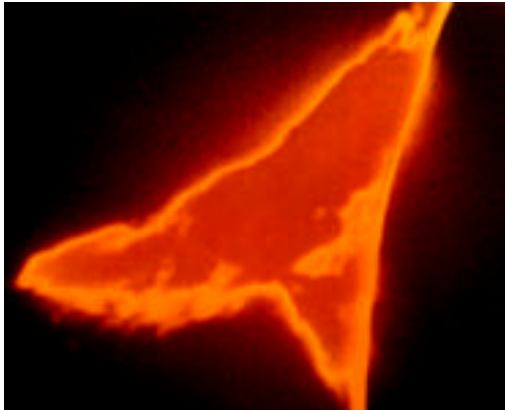


Figura 6- *Protuberância solar quiescente* , pode permanecer inalterável durante vários meses (Tavares *et al.*, 1996).

Estas violentíssimas libertações de energia dentro da atmosfera solar resultam de processos nucleares que ocorrem no centro do Sol.

A temperatura e a pressão no núcleo são tão intensas que o hidrogénio, inicialmente o gás mais abundante no Sol, é constantemente convertido em hélio por reacções de fusão termonuclear. Esta conversão ocorre quando 4 núcleos de hidrogénio se fundem entre si para formar um núcleo de hélio. A reacção inicia uma libertação de energia que percorre por convecção o corpo principal do Sol, emergindo à superfície como radiação visível. É este processo nuclear contínuo que dá brilho ao Sol e a todas as outras estrelas.

A superfície visível do Sol é designada por *fotosfera* e atinge uma profundidade de cerca de 400 km. Uma observação completa da fotosfera revela a existência de uma estrutura granular. Estes grânulos, são produzidos por correntes ascendentes de energia provenientes do interior do Sol e têm um diâmetro médio da ordem dos 1000 Km.

A energia libertada pela fotosfera passa, através da *cromosfera*, para a *coroa*, camada mais exterior da atmosfera solar, que acaba por se transformar em vento solar (*Fig.7*) (Tavares *et al.*, 1996).

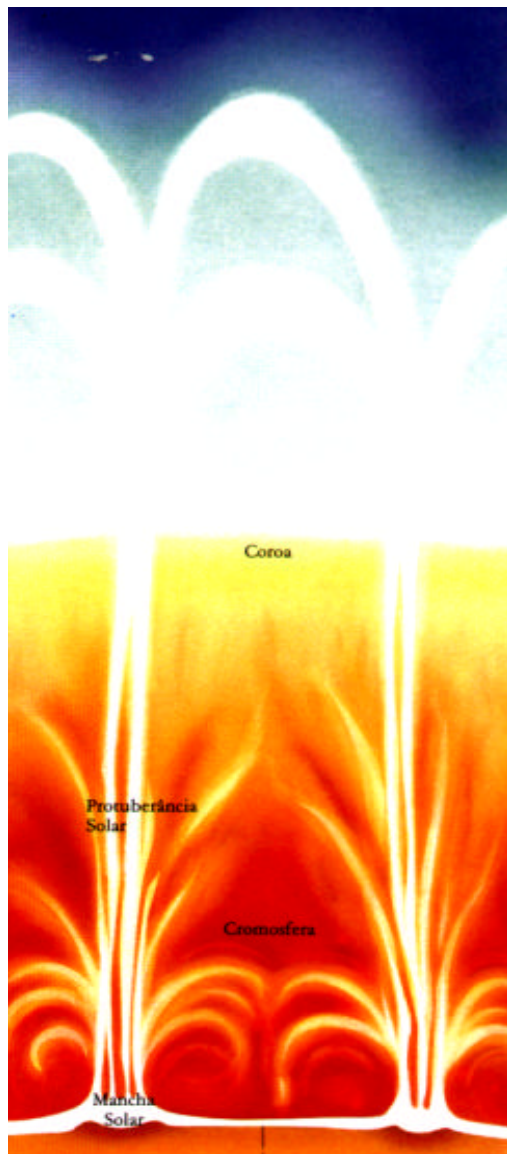
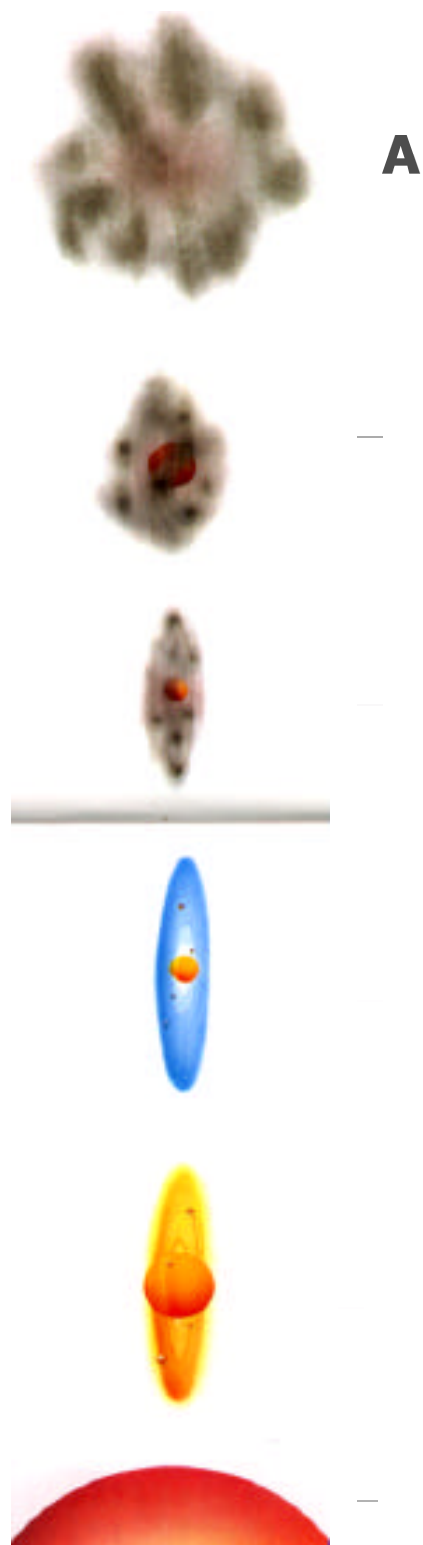


Figura 7- A *fotosfera* é a camada turbulenta da superfície do Sol e é a única zona normalmente visível. Imediatamente a seguir, encontra-se a *cromosfera* e logo depois a *coroa*, atmosfera exterior do Sol (Tavares *et al.*, 1996).



A hipótese de um grupo de planetas se formar a partir de uma nebulosa que rodeia uma estrela jovem é mais credível do que a hipótese de uma criação accidental, como no caso da matéria sofrer a atracção de uma estrela em passagem; isto porque, entre outras coisas, são muito remotas as possibilidades de uma estrela passar suficientemente perto doutra por forma a conseguir uma transferência de matéria a tão grande escala.

Procurando noutras regiões da galáxia as respostas às suas perguntas, os astrónomos estudam grupos de estrelas jovens, nos primeiros estádios da sua evolução. Nesta fase da sua existência, observa-se a expulsão de massa e a formação de uma nebulosidade em torno da jovem estrela central. Observa-se, também, que a densidade da matéria ejectada nunca é uniforme. A hipótese do Sol ter passado por uma fase semelhante faz com que a distribuição dos nove planetas no Sistema Solar comece a fazer sentido. Desta forma, este sistema planetar ter-se-á formado a partir de um imenso disco rotativo de poeiras e gás que progressivamente se condensou em minúsculos corpos, os *planetesimais*. Numa região mais central, as enormes pressões convergentes levaram a temperatura a elevar-se, criando-se o Sol. Nas zonas mais periféricas, os planetesimais começaram a atrair matéria adicional, acabando por se formar os nove planetas que hoje observamos. Admite-se, ainda, que a rotação da nuvem original projectou para a parte exterior do Sistema Solar os elementos mais leves e conferiu-lhes velocidades superiores às das partículas sólidas, mais próximas da estrela central (*Fig.8*) (Tavares *et al.*, 1996).

2.3- PLANETAS, COMETAS, ASTERÓIDES E METEORÓIDES

2.3.1- Planetas

A palavra “planeta”, que significa estrela errante, deriva do facto dos planetas se moverem sobre um fundo de estrelas aparentemente fixas. Os planetas giram na órbita do Sol e encontram-se relativamente perto de nós, por isso os vemos mudar de posição no céu. Ao contrário, as estrelas não descrevem órbitas em torno do Sol e estão tão longe que o seu movimento, embora rápido, só pode ser detectado depois de muitos anos de observação.

Outra diferença visível entre os planetas e as estrelas, é que as estrelas cintilam e os planetas não. Isto acontece porque as estrelas são enormes esferas de gás incandescente que criam a sua própria luz, através da produção de energia nuclear, enquanto os planetas, corpos mais pequenos e escuros, apenas reflectem a luz das estrelas. Se o Sol se extinguisse subitamente, os planetas do nosso Sistema Solar deixariam de brilhar.

As ideias de Ptolomeu, no século II, implicando um sistema geocêntrico, segundo o qual os planetas se moviam em volta da Terra, descrevendo órbitas

circulares, foram gradualmente ultrapassadas pela teoria heliocêntrica de Copérnico, no século XVI. Esta teoria afirmava que os planetas giravam numa órbita circular em volta do Sol (*Fig.9*).

No início do século XVII, Johannes Kepler, concluiu que as órbitas planetares são elípticas e não circulares. Sabe-se hoje que todas essas órbitas se situam aproximadamente no mesmo plano (Tavares *et al.*, 1996).

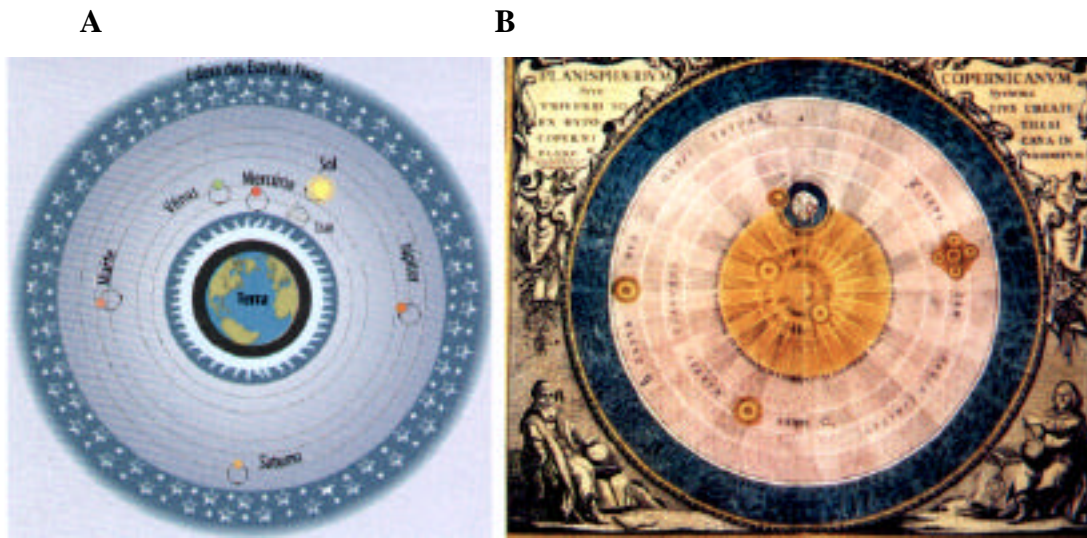


Figura 9- A- *Sistema de Ptolomeu*: a Terra ao centro, com o Sol e os restantes astros a girarem à sua volta; B- *Sistema de Copérnico*: a Terra a girar à volta do Sol (adaptado de Silva *et al.*, 1999).

2.3.2- Cometas

Os cometas apresentam, geralmente, uma órbita muito excêntrica relativamente ao Sol. São constituídos por três partes principais: *núcleo*, *cabeleira* e *cauda*.

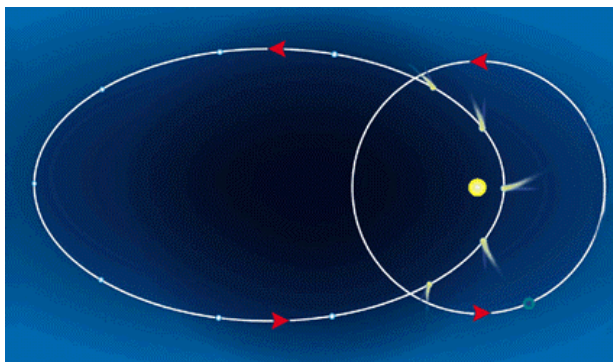


Figura 10- Representação da evolução da órbita de um cometa, composto por *núcleo*, *cabeleira* e *cauda*. O núcleo armazena gás e poeira, numa mistura de gelo e neve. Vaporiza-se à medida que se aproxima do Sol, formando a *cabeleira*, e a matéria que se espalha atrás do cometa constitui as suas *caudas* (adaptado de Tavares *et al.*, 1996).

A maior parte da massa do cometa está concentrada no núcleo, que compreende uma mistura de gás e poeira. À medida que um cometa se aproxima do Sol, a temperatura da superfície do seu núcleo aumenta e a matéria funde-se, formando-se uma cabeleira circundante. A maior parte dos cometas, após a aproximação ao Sol, forma várias caudas, constituídas por poeiras e plasma, que apontam sempre no sentido contrário ao do Sol (*Fig.10*).



Em 1997 foi visível da Terra, durante alguns meses, o cometa Hale-Bopp, que só voltará a ser visível daqui a cerca de 2500 anos. Este cometa foi um dos maiores jamais observados (*Fig.11*) (Silva *et al.*, 1996).

Figura 11- Cometa Hale-Bopp, visível a olho nu em 1997 (adaptado de Tavares *et al.*, 1996).

2.3.3- Asteróides ou planetas menores

Os asteróides são corpos relativamente pequenos. A grande maioria situa-se entre os planetas Marte e Júpiter, constituindo a chamada “*cintura de asteróides*” (*Fig.12*). Há contudo, outros grupos de asteróides com órbitas muito características que podem intersectar a órbita de outros planetas ou, até mesmo, colidir com eles. Os asteróides Troianos, por exemplo, têm o mesmo percurso orbital que Júpiter, admitindo-se que tenham sido seus satélites.

A maior parte dos asteróides parece ter uma forma irregular e o brilho que apresentam depende do seu tamanho e da fracção de luz que reflectem, isto é, do seu albedo (*Fig.13*). Uma das teorias sobre a origem dos asteróides sugere que uma colisão planetária provocou o esmagamento de um corpo de grandes dimensões, espalhando-se o grande número de fragmentos existentes actualmente (Silva *et al.*, 1996).

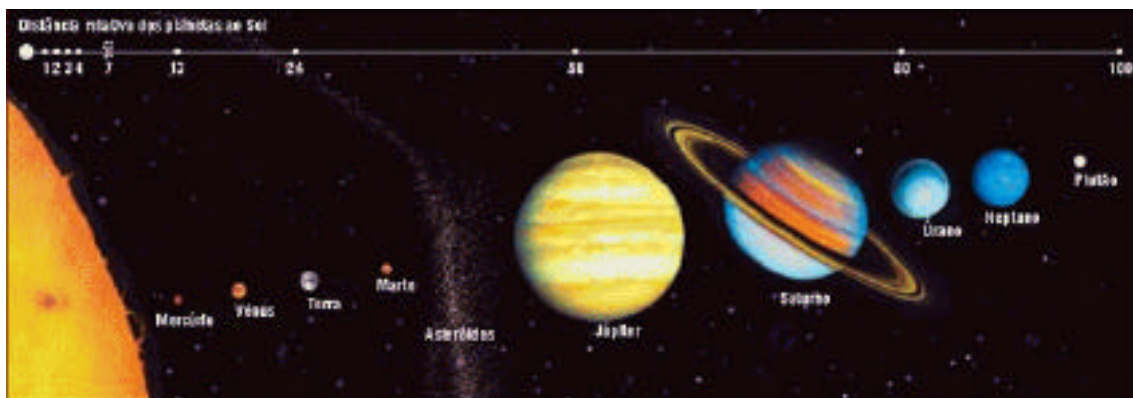


Figura 12- Representação do Sistema Solar, e da “*cintura de asteróides*” (a castanho), entre os planetas Marte e Júpiter (Silva *et al.*, 1996).

Figura 13- Asteróide Gaspra, fotografado pela sonda Galileu em Outubro de 1991 (adaptado de Graham,2000).

2.3.4- Meteoros, meteoróides ou meteoritos

O desmembramento de um cometa pode causar uma dispersão de partículas, ao longo da sua trajectória orbital. Essas partículas, quando se aproximam da Terra, sofrem a acção da gravidade e penetram na atmosfera, entrando em combustão. Deste processo resulta um brilhante risco luminoso que atravessa o espaço, ao qual chamamos meteoro ou, mais vulgarmente, estrela cadente.

A maior parte dos meteoróides desintegram-se completamente devido à fricção atmosférica, mas alguns, suficientemente grandes para resistirem a essa fricção, atingem a superfície terrestre. Estes corpos são denominados meteoritos e são responsáveis por

certos acidentes topográficos da superfície terrestre – crateras de impacto (fig.14).

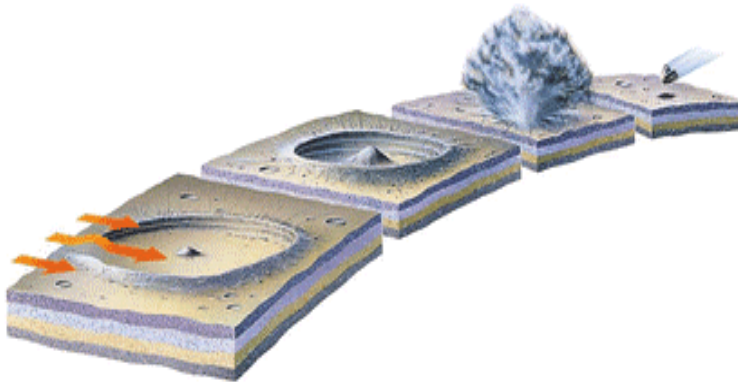
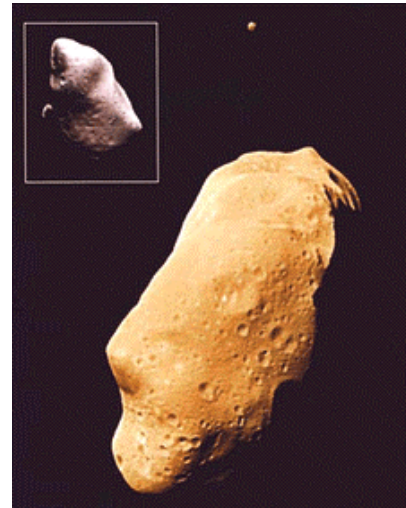


Figura 14- Formação de uma cratera de impacto na superfície terrestre, devido à queda de um meteorito (Graham, 2000).

Uma das mais conhecidos é a grande cratera do Arizona, nos Estados Unidos da América. Admite-se que tenha sido provocada, há aproximadamente 25 000 anos, por um meteorito com cerca de 60 000 toneladas (Fig.15).



Figura 15- Poucos meteoritos deixam provas nítidas do seu impacto sobre a Terra, devido à acção dos agentes da geodinâmica externa, mas o meteorito de ferro que atingiu o Nordeste de Arizona há cerca de 15 mil anos, deixou uma cratera (à esquerda) com 1,2 Km de diâmetro e 170 m de profundidade (Silva *et al.*, 1996).



A mais jovem cratera conhecida situa-se no Gana, tem cerca de 10 km de diâmetro e está preenchida pelo lago Bosumtwi.

Com base na sua composição e textura, os meteoritos podem ser classificados em 3 tipos principais: os sideritos, os aerólitos e os siderólitos.

Os *sideritos* são compostos, essencialmente, por ferro com 4% a 20% de níquel e alguns vestígios de outros elementos.

Os *aerólitos*, constituídos por várias rochas e minerais, possuem uma crosta vidrada, formada pela fusão dos seus componentes exteriores, durante a queda na Terra.

Os *siderólitos* contêm uma mistura de ferro e níquel encrostada em diversos minerais ferromagnesianos (*Fig. 16*) (Tavares *et al.*, 1996).

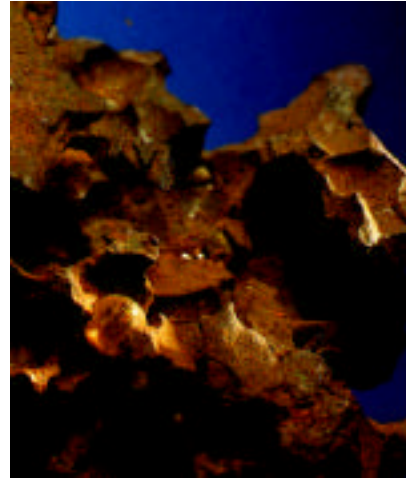


Figura 16- Os meteoritos fornecem aos astrónomos importantes informações acerca da composição e idade do Sistema Solar. Este meteorito de ferro pétreo contém olivina e formou uma cratera quando caiu na Terra (adaptado de Silva *et al.*, 1996).

2.4- A TERRA- ACREÇÃO E DIFERENCIAÇÃO

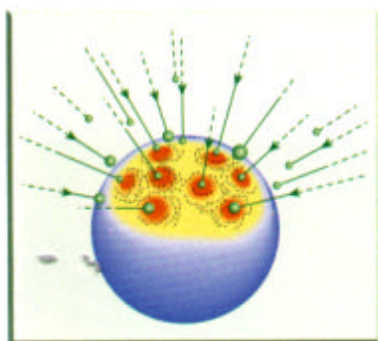
"A Terra é um lugar...não é de modo nenhum o único lugar. Nem sequer é um lugar típico. O único lugar típico é dentro do vácuo Universal, lugar tão vazio e desolado que, em comparação, os planetas, as estrelas e as galáxias parecem dolorosamente raros e belos".

(Kaufman, 1978)

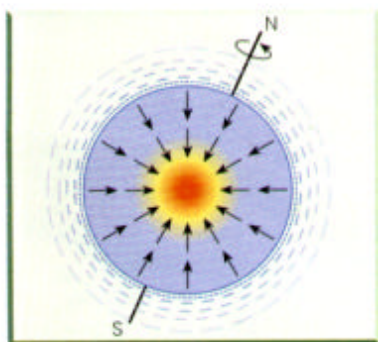
A Terra é dimensionalmente o quinto planeta do Sistema Solar e o terceiro a contar do Sol. Possui uma forma esférica, tendo o raio polar menos 21 Km que o raio equatorial. Esta esfera gira em torno do seu eixo em rotações de 23,9 horas e descreve a órbita solar em 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46 segundos. O seu eixo apresenta uma inclinação de 23,5° em relação à sua órbita.

Apesar da sua insignificância no conjunto Universo, a Terra é o mais dinâmico e interessante dos planetas conhecidos. A sua posição no Sistema Solar condicionou o aparecimento de vida, pois a temperatura da sua superfície permite a existência de uma camada de gases, a atmosfera, capaz de a proteger das radiações solares prejudiciais.

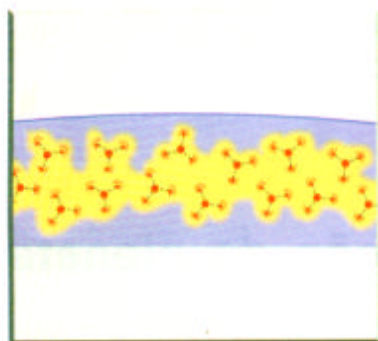
Pensa-se que quando a Terra se formou, há cerca de 4500 milhões de anos, apresentava uma estrutura homogénea, com uma distribuição regular de ferro, silicatos e



A – Impacto dos planetesimais.



B – Compressão do planeta resultante do seu próprio peso.



C – A desintegração de elementos radioactivos liberta calor.

água. O calor resultante do impacto dos planetesimais, a compressão dos materiais constituintes e a desintegração radioactiva, levaram à diferenciação do planeta em camadas concêntricas (Fig.17). Durante este processo, os materiais mais densos, como o ferro e o níquel, desceram para o centro, formando o Núcleo. Os componentes silicatados, menos densos, deslocaram-se para zonas mais superficiais, formando o Manto rochoso e a Crosta primitiva. Os gases, fracamente atraídos pela massa da terra, passaram a constituir o seu invólucro exterior.

Figura 17- Causas do aquecimento terrestre, que levaram à diferenciação do planeta Terra (Silva *et al*; 1996).

Actualmente a Crosta ou Crusta, camada mais superficial da Terra, tem uma espessura média de 30 Km sob as áreas continentais e 10 Km nas regiões por baixo dos oceanos. É essencialmente composta por rochas magmáticas e possui uma densidade média de 3000 Kg/m³.

Estudos sísmicos apontam para a existência de uma fronteira entre a Crosta e o Manto, denominada descontinuidade de Mohorovicic. Abaixo deste limite, a densidade aumenta progressivamente até cerca de 5000 Kg/m³.

O Manto, apesar da sua natureza sólida é maleável e contém alguns fluidos capazes de transportar, por correntes de convecção, parte do calor produzido no interior da Terra. Admite-se que estas correntes viscosas são responsáveis pelo movimento das placas tectónicas. O Manto termina abruptamente na descontinuidade de Gutenberg, que se situa a uma profundidade de 2900 Km. Aqui a densidade aumenta subitamente para 10 000

Kg/m³, marcando o limite do Núcleo externo da Terra. Pensa-se que as correntes eléctricas existentes neste Núcleo externo de ferro fundido resultam da combinação do movimento de rotação da Terra com as correntes de convecção. Estas correntes eléctricas geram o campo magnético que tem sofrido alterações substanciais ao longo do tempo geológico. Defende-se a ideia de que a natureza líquida do Núcleo externo possa ser responsável por estas alterações.

A uma profundidade de 5000 km, encontra-se o Núcleo interno, provavelmente de ferro sólido, onde se atingirá uma temperatura de 4000 °C (Fig.18) (Tavares *et al.*, 1996).

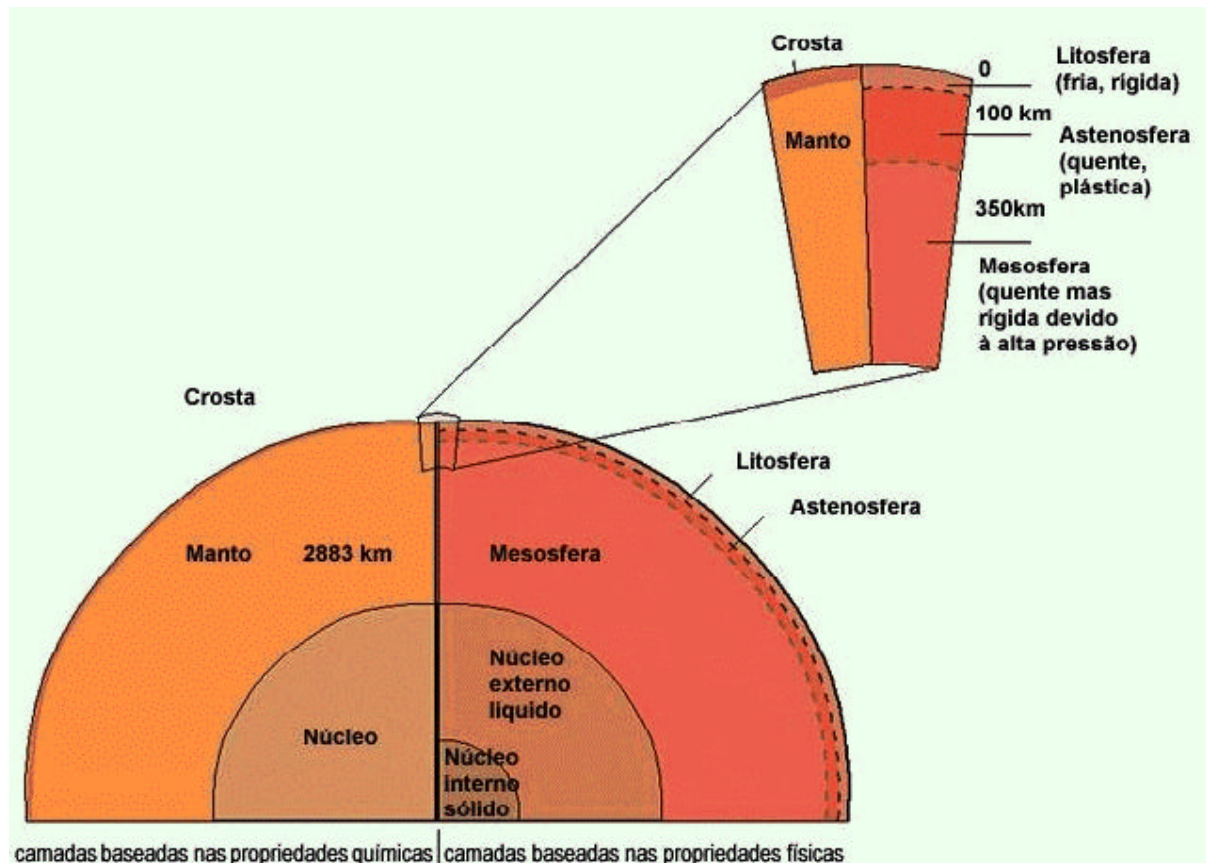


Figura 18- A Terra tem, actualmente, quatro componentes estruturais: A Crosta, o Manto e o Núcleo, exterior e interior (Tavares *et al.*, 1996).

2.5- A TERRA E OS PLANETAS TELÚRICOS

"Sempre que a exploração de Marte dá um passo em frente, o planeta parece renascer aos olhos da Humanidade. Mais uma vez, isto acontece nos arredores de San Diego, perante o olhar aturdido de Ken Edgett. Edgett é a única pessoa na Terra cuja tarefa consiste em inspeccionar praticamente uma a uma, ao ritmo de 5 000 pixels por segundo, todas as imagens enviadas pela única sonda espacial actualmente nas imediações do planeta vermelho – a Mars Global Surveyor (MGS). O planeta que gradualmente lhe surge diante dos olhos já não é o mesmo observado pelas missões Viking da década de 70 ou pela missão Pathfinder que, há poucos anos, aterrou ali com sucesso..."

(National Geographic, Maio 2001)

Os quatro planetas interiores do Sistema Solar, *Mercúrio, Vénus, Terra e Marte*, têm uma característica comum que os definiu como planetas do tipo terrestre ou

planetas *telúricos*. São todos corpos rochosos e as suas superfícies apresentam vestígios de processos de erosão.

Embora a maior parte da superfície da Terra esteja coberta de água, o seu terreno visível apresenta muitos aspectos geológicos semelhantes aos dos outros planetas rochosos. Contudo, a maioria dos aspectos gerados na Terra dura relativamente pouco tempo, devido à acção destruidora dos agentes meteorológicos, nos vulcões, nas crateras feitas por meteoritos, nos sistemas de vales, etc.

Depois da Terra, Marte é provavelmente o mais activo dos quatro planetas interiores, sob o ponto de vista geológico. Nos seus primeiros 1000 milhões de anos, a actividade vulcânica e a queda de meteoritos abriram crateras na sua superfície. Com o tempo, as falhas formaram um sistema de desfiladeiros com mais de 4000 Km de comprimento. Os ventos transportaram quantidades maciças de areia e poeira, que encheram crateras e se amontoaram em campos de dunas. Desde então, Marte “sossegou”, mas os elementos presentes na sua atmosfera ainda modificam o terreno rochoso deste planeta com 4,5 milhões de anos. Recentemente, a câmara da *Surveyor* fotografou um deserto extraordinário, cujas dunas parecem ter petrificado. As imagens obtidas parecem sugerir uma erosão relativamente recente. Até agora, os cientistas pensavam que a água não corria em Marte há milhões de anos, encontrando-se presa nas calotes polares geladas ou em camadas permanentemente geladas do subsolo. As imagens fornecidas pela *Surveyor*, referentes a cerca de 120 locais, alteraram completamente esta ideia. As vertentes das falésias de algumas crateras estão sulcadas por ravinas, talvez talhadas por uma málagas de água em estado líquido, solo, rochas e gelo. Na opinião de muitos estudiosos, estas características geológicas parecem tão recentes que podem ter-se formado hoje (National Geographic, 2001) (*Fig.19 e 20*).



Figura 19- À medida que vão conhecendo melhor Marte, os cientistas ficam cada vez mais confusos. As imagens obtidas pela MSG reavivam o debate sobre a água e a possibilidade de se encontrar vida no planeta vermelho (National Geographic, 2001).

Nos planetas quase totalmente desprovidos de atmosfera, como no caso de Mercúrio, o único processo capaz de modificar a superfície é o bombardeamento por meteoritos, embora o vulcanismo também possa desempenhar um papel relevante (*Fig.21*).



Figura 20- Imagem da superfície de Marte, obtida pela sonda espacial *Viking* (National Geographic, 2001).

As atmosferas dos quatro planetas rochosos variam grandemente. A atmosfera de Mercúrio contém vestígios de hidrogénio e hélio e a de Marte compõe-se sobretudo de dióxido de carbono gasoso, alguns vestígios de oxigénio e vapor de água. A de Vénus é constituída por dióxido de carbono, árgon e azoto, além de algumas nuvens compostas de ácido sulfúrico.

A atmosfera terrestre reflecte para o espaço cerca de 25% da luz que recebe do Sol. É composta por uma mistura de gases, dispostos em diferentes camadas, que se estendem desde a superfície até uma altura de cerca de 500 Km. A sua composição química geral inclui: 77,6% de azoto molecular; 20,7% de oxigénio; 2,5% de vapor de água; 0,9% de árgon e 0,3% de anidrido carbónico, com vestígios de outros gases raros e partículas sólidas, tais como cinzas e alguns sais. Esta mistura vai-se tornando cada vez menos densa com a altitude.

CARACTERÍSTICAS DOS PLANETAS	PLANETAS TELÚRICOS					PLANETAS GIGANTES				
	Mercúrio	Vénus	Terra	Marte	Lua	Júpiter	Saturno	Úrano	Neptuno	Plutão
DISTÂNCIA MÉDIA AO SOL EM MILHÕES DE KM	58	108	150	227	-	778	1430	2870	4500	5900
PERÍODO DE TRANSLAÇÃO EM DIAS	87,9	224,7	365,2	686,9	27,3	4332,5	10759,2	30685,4	60189,0	90465,0
TEMPO DE UMA ROTAÇÃO	58,6 /d	243,0 /d	23,9 h	24,6 h	27,3 /d	9,8 h	10,2 h	17,2 h	17,8 h	6,3 dias
RAIO EQUATORIAL EM KM	2439	6052	6378	3397	1738	71998	60000	26145	24300	=1200?
MASSA EM UNIDADES DE MASSA TERRESTRE	0,05	0,8	1,0	0,1	0,1	317,8	95,1	14,5	17,2	0,003?
DENSIDADE MÉDIA	5,4	5,2	5,5	3,9	3,3	1,3	0,6	1,1	1,7	0,6 = 1,7?
NÚMERO DE SATÉLITES CONHECIDOS	0	0	1	2	-	16	23	15	8	1
PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS IDENTIFICADAS À SUPERFÍCIE DOS PLANETAS TELÚRICOS	Si Fe O Ti	Si Al Mg O Fe	Si, O Al Mg, Mn Fe K, Ca, Ti	Si, O Al Mg Fe S, Mg, Ca	Si Al O Ca Mg, Fe	Presença de um pequeno núcleo de silicatos e de gelo rodeado de hidrogénio e de hélio sob forte pressão e certamente no estado metálico.				
TEMPERATURA JUNTO AO SOLO	+ 430° C - 170° C	480° C	+50° C - 90° C	- 40° C 0° C	+ 120° C - 180° C	-145° C	-170° C	-233° C	-193° C	-230° C
	Na parte superior da atmosfera									?
ATMOSFERA	praticamente inexistente	95% CO ₂ 4% N ₂ 1% SO ₂	78% N ₂ 21% O ₂	95% CO ₂ 3% N ₂ 2% Ar	Ausente	17% He 82% H ₂	93% H	85% H ₂ 15% He	74% H ₂ 25% He	N ₂ predominante

Figura 21- Tabela comparativa dos planetas do Sistema Solar (Graham, 2000).

O nível inferior da atmosfera, que influencia o nosso clima, denomina-se *troposfera*, e vai desde os 10 Km de altitude nos pólos até aos 20 Km de altitude no equador. Acima desta camada situa-se a *estratosfera*, que contém a camada de ozono, responsável pela absorção dos raios ultravioletas. A uma altitude de cerca 50 Km acima da superfície terrestre, encontramos a *mesosfera*, onde a temperatura atinge os 20 °C. A

partir de uma altitude de aproximadamente 85 Km encontram-se as camadas rarefeitas da *termosfera*, onde ocorre a ionização, causada pelos fotões mais energéticos do Sol.

O lançamento dos satélites artificiais e das sondas lunares conduziu à descoberta da existência, em volta da Terra, de duas camadas de radiação de alta energia. Foram designadas, em homenagem ao seu descobridor, por “camadas de Van Allen”. A mais interior situa-se a uma altitude média de 3000 km, aproximadamente, sobre o equador, enquanto a exterior, que envolve quase completamente a Terra, encontra-se a cerca de 18 000 Km de altitude.

No entanto, a atmosfera do nosso planeta nem sempre teve a mesma composição química. Se hoje em dia é o homem o principal responsável pela alteração na composição da atmosfera terrestre, no passado geológico da Terra foram os acontecimentos naturais que contribuíram para que a atmosfera evoluísse (*Fig.22*) (Tavares *et al.*, 1996).

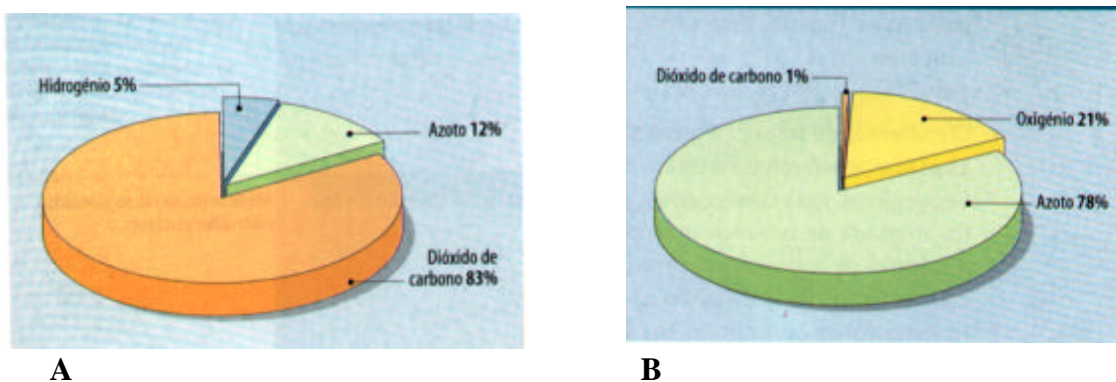


Figura 22 - Composição da atmosfera terrestre há 4500 milhões de anos (A); composição actual da atmosfera terrestre (B) (adaptado de Silva *et al.*, 1996).

2.5.1- Sistema Terra- Lua

*"...vocês não podem lembrar-se disso mas eu sim!
Tínhamo- la sempre em cima de nós, a Lua, desmedida:
quando era Lua cheia- noites claras como de dia, mas
de uma luz cor de manteiga,- parecia que nos esmagava;
quando era Lua nova rebolava pelo céu como um chapéu
de chuva preto levado pelo vento; e no quarto crescente
avançava de cornos tão baixos que parecia prestes a
espetar-se na ponta de um promontório e ficar lá
ancorada..."*

(Calvino, 1992)

A Lua é o corpo celeste mais próximo da Terra e o único onde poissou, pela primeira vez, uma nave espacial tripulada. A sua superfície foi moldada principalmente pela actividade vulcânica e pelo impacto de meteoritos, uma vez que praticamente não possui atmosfera nem quaisquer vestígios de água (*Fig.23*).



Figura 23- Zona visível da Lua. As *crateras lunares* variam consideravelmente de tamanho, desde menos de 50 cm a mais de 150 Km de diâmetro (adaptado de Graham, 2000).

Uma das mais prováveis teorias sobre a origem do nosso satélite defende que a Terra e a Lua primordiais concentraram-se em forma de planetas em zonas diferentes do Sistema Solar, o que explica as suas diferentes densidades e composições. Segundo esta teoria, a órbita da Lua ter-se-á aproximado o suficiente da superfície da

Terra para ser capturada por ela, transformando-se assim no seu satélite.

Toda a superfície lunar é muito irregular, predominando, na face visível, os chamados “mares”, enquanto a face oculta parece dominada por elevações montanhosas, “os continentes”. Os “mares” são vastas planícies lisas, onde se pode observar algumas crateras preenchidas por lavas basálticas densas, provenientes do Manto.

Os “continentes” cobrem 85% da área total da superfície da Lua e as suas rochas reflectem 18% da luz incidente do Sol, enquanto os restantes 15% são ocupados pelos “mares”, cujas rochas reflectem apenas 6% a 7% da luz incidente. A formação destes dois tipos de paisagens está relacionada com a evolução da própria Lua.

Inicialmente a Lua era uma massa quente e fluida, que foi arrefecendo e solidificando, formando, à superfície, a Crosta primordial. Depois de formada, esta Crosta, constituída por materiais pouco densos, foi fortemente bombardeada por meteoritos e outros corpos celestes, formando-se as crateras de impacto e outros acidentes característicos das terras altas. Esta época de forte bombardeamento terminou há cerca de 3900 milhões de anos e foi seguida de um período de intensa actividade vulcânica, durante o qual se formaram os “mares”. Depois de terminada a actividade vulcânica, há cerca de 3200 milhões de anos, a superfície lunar não voltou a apresentar grandes modificações.

Há muito que se sabe que as marés na Terra e as posições da Lua estão relacionada, mas o fenómeno só foi totalmente percebido quando Isaac Newton expôs a sua teoria da gravidade, em 1687. Descobriu-se então que tanto a Lua como o Sol têm um papel significativo na produção das marés: a Lua produz cerca de 70% do efeito da subida das marés e o Sol os restantes 30%.

Durante a rotação diária da Terra, a atracção gravitacional da Lua faz-se sentir sobre os mares. Diariamente ocorrem duas modificações da maré: uma na parte da Terra mais próxima da Lua e outra na direcção oposta. O efeito geral é a ocorrência de uma maré alta e de uma maré baixa, a intervalos de 12, 42 horas. Mas as marés também são causadas pela atracção gravitacional do Sol. Produzem-se as maiores marés (marés vivas) na Lua nova e na Lua cheia, quando o Sol, a Lua e a Terra se encontram alinhados, reforçando as suas acções. Ocorrem marés menores (marés mortas) no primeiro e terceiro quartos da Lua, quando os efeitos elevatórios do Sol e da Lua se anulam parcialmente uns aos outros (*Fig.24*) (Tavares *et al.*, 1996).

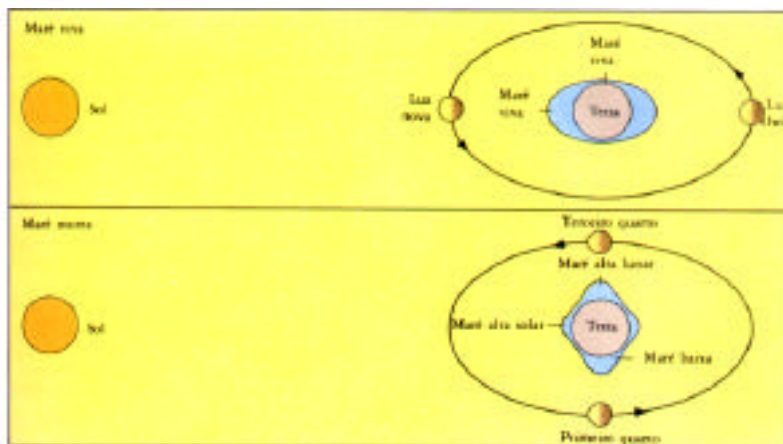


Figura 24- As marés terrestres são causadas pelas atracções gravitacionais tanto da Lua como do Sol. Produzem-se as *marés vivas* quando o Sol, a Lua e a Terra se encontram alinhados; produzem-se as *marés mortas*, quando os efeitos do Sol e da Lua se anulam parcialmente (adaptado de Tavares *et al.*, 1996).

A chegada do homem à Lua, a bordo de uma nave espacial, mais do que a conquista de umas centenas de milhares de quilómetros de terreno árido, foi, certamente, o início de um período de revisão e aperfeiçoamento de todas as teorias até então propostas sobre o nosso satélite. Foi ainda mais significativo esse momento para o Homem, pois foi o prémio de todos os estudos, das derrotas e das pequenas vitórias, dos esforços acumulados desde há milhares de anos. Com os homens que primeiro pousaram na Lua, foram premiadas todas as gerações que antecederam (*Fig.25*) (Editorial Verbo, 1966).



Figura 25- O Homem pisou pela primeira vez a Lua em Julho de 1969, altura em que dois astronautas da missão americana da *Apollo 11* desceram ao nosso satélite (adaptado de Tavares *et al.*, 1996).

2.6- VIDA NOUTROS PLANETAS

O carbono existe, provavelmente em concentrações relativamente altas nas atmosferas de Marte, Vénus, Saturno e Júpiter.

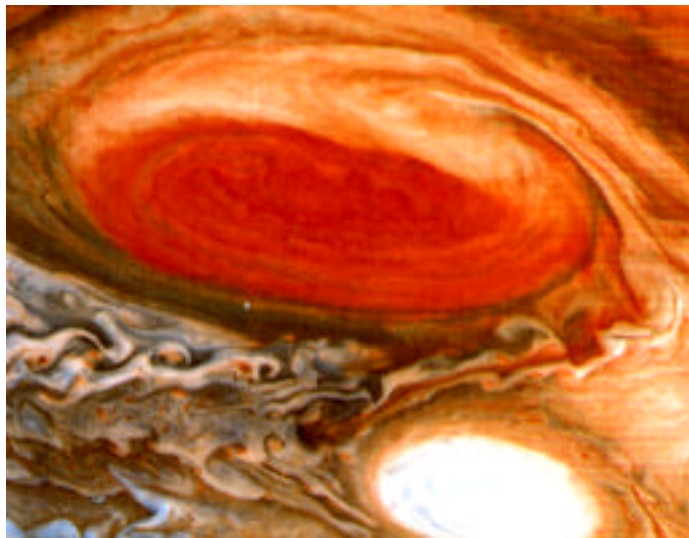
Nos planetas telúricos (Marte e Vénus) encontra-se sob a forma de dióxido de carbono, enquanto que nos planetas gasosos (Saturno e Júpiter) está presente sob forma de metano. Como sabemos que um ambiente redutor favorece a síntese de compostos orgânicos, podemos facilmente deduzir que a vida extraterrestre seria mais provavelmente encontrada em Saturno e Júpiter do que em Vénus e Marte.

Há uma possibilidade muito remota de que a vida tenha existido em Vénus e em Marte, se considerarmos que as suas atmosferas presentes são vestígios de atmosferas passadas, mais densas e mais ricas em hidrogénio e água.

Relativamente aos planetas gasosos, sabemos que, embora as suas temperaturas sejam muito baixas, é provável que sofram um aumento considerável nas zonas mais baixas das suas atmosferas, o que nos leva a supor que, neste nível inferior, a atmosfera destes dois planetas é suficientemente quente para fundir a maior parte dos componentes, incluindo a água, que a outros níveis se encontra sob a forma de gelo.

Trabalhos experimentais da Nasa têm demonstrado que uma atmosfera semelhante à de Júpiter, sujeita a descargas eléctricas, sintetiza um complexo orgânico que inclui um polímero translúcido vermelho. Estas investigações sugerem que este produto é responsável pela cor de um fenómeno intrigante que se observa na atmosfera do planeta e que se denomina “grande mancha vermelha” (*Fig.26*). Poderemos então supor a existência de vida em Júpiter, por baixo da “grande mancha vermelha” (Wilson *et al.*, 1984).

Figura 26- A *grande mancha vermelha* é a característica mais notável de Júpiter. Situa-se na zona tropical do Sul e descreve um rotação em cada seis dias, movendo-se entre vórtices de maior velocidade (adaptado de Tavares *et al.*, 1996).



2.7- AS MAIS RECENTES DESCOBERTAS

A 27 de Novembro de 2001, a Nasa anuncia a descoberta do primeiro planeta extra-solar dotado de atmosfera, baseando-se nas observações realizadas pelo telescópio Hubble (*Fig.27*).



Figura 27- Telescópio espacial Hubble (Graham, 2000)

Numa conferência de imprensa, em Pasadena, David Charbonneau, astrónomo do Instituto de Tecnologia da Califórnia, declarou: “ Esta descoberta abre uma nova fase na exploração dos planetas extra-solares, na qual se poderão começar a comparar as atmosferas dos planetas à volta de outras estrelas...”

Este planeta, do tamanho de Júpiter, está situado na constelação de Pégaso, a cerca de 150 milhões de anos-luz da Terra e órbita em volta de uma estrela semelhante ao Sol, designada por HD 209458.

Até agora, os cientistas detectaram cerca de 70 planetas exteriores ao Sistema Solar (National Geographic, 2001).

2.8- CONCLUSÃO

O trabalho científico, que se baseia num incansável processo experimental, é um caminho árduo, mais coberto de fracassos do que de êxitos. Além disso, o progresso do conhecimento científico está sempre dependente das grandes inovações tecnológicas.

Um dos melhores exemplos da relação entre o progresso do conhecimento e o avanço das realizações tecnológicas na astronomia é o estudo do meio interstelar.

A astronomia interstelar exigiu a criação de grandes telescópios e de sofisticados radioscópios que vieram demonstrar que a matéria interstelar não é apenas algo que preenche os espaços entre as estrelas, mas um fenómeno intimamente relacionado com a formação e evolução das estrelas e com a dinâmica e evolução das galáxias.

Actualmente os modelos aperfeiçoados de radioscópios e telescópios ópticos, e o êxito das sondas espaciais estão a produzir um conjunto de novas informações de elevada qualidade, que necessita urgentemente de uma avaliação detalhada (*Fig.28*).



Figura 28- Imagem de telescópios em órbita (Graham, 2000).

Mesmo depois do tratamento de todos estes dados, inúmeras perguntas manter-se-ão sem respostas.

O milenar desafio da astronomia continua a existir e a exigir o máximo esforço intelectual e tecnológico.

A chegada do homem à Lua, além de todos os avanços tecnológicos já referidos, permite-nos pensar na possibilidade de uma visita a novos “mundos”. O Homem não parará, estimulado por esse “defeito” que é uma das suas melhores qualidades: a curiosidade. Esperemos, contudo, que o orgulho não o transtorne. A mitologia grega oferece-nos uma lenda oportuna: Ícaro, filho de Dédalo, fugiu do “labirinto” de Creta voando com umas asas que colara ao corpo com cera. Dementado com a própria grandeza, quis dirigir-se ao Sol, mas a cera derreteu-se, as asas caíram, e Ícaro precipitou-se no mar Egeu (Editorial Verbo, 1966).

2.9- GLOSSÁRIO

- **Ano-luz-** distancia percorrida pela luz (velocidade de 3000 000 Km/s) num ano.
- **Anã branca-** estrela densa, pequena, de baixa luminosidade, resultante da explosão de uma supernova.
- **Acreção-** processo a partir do qual, partindo de partículas de menores dimensões terão sido criados os planetesimais e a partir destes os protoplanetas.
- **Aerólitos-** meteoritos essencialmente formados por silicatos.
- **Asteróides-** corpos rochosos de dimensões menores que as dos planetas que giram em torno do Sol, geralmente entre as órbitas de Marte e Júpiter.
- **Atmosfera-** invólucro de gás que rodeia um planeta, uma estrela, ou outro corpo celeste onde o campo gravitacional seja suficientemente forte para reter os gases.
- **Big-Bang-** teoria sobre a origem do Universo, segundo a qual toda a matéria e espaço tiveram origem numa explosão cataclísmica, cujos vestígios observamos na actual expansão do Universo em conjunto.
- **Cintura de asteróides-** conjunto de asteróides que gravitam entre as órbitas de Marte e Júpiter.
- **Cometa-** um conjunto de gás, poeira e gelo que se desloca em volta do Sol, geralmente em órbitas muito excêntricas.
- **Condritos-** meteoritos líticos, com estruturas globulares chamadas cóndrulos.
- **Cóndrulos-** agregados esféricos com cerca de 1mm de diâmetro, de minerais de alta temperatura.
- **Continentes lunares-** regiões da superfície lunar muito acidentadas, de cor clara e essencialmente constituídas por anortositos.
- **Corpos celestes-** todos os corpos existentes no universo, tais como planetas, estrelas, cometas. Também se podem chamar astros.
- **Cosmos-** Universo, ou seja, o conjunto do espaço e de tudo o que existe na Terra e fora dela, incluindo matéria e energia.
- **Crateras de impacto-** depressões de forma circular e diâmetro variável que se encontram na superfície de alguns corpos celestes, nomeadamente nos planetas. Resultam da colisão com um meteorito.
- **Crosta terrestre-** camada externa da Terra com uma espessura média de 30Km.
- **Diferenciação-** processo a partir do qual, por aumento de temperatura, os planetas se diferenciam, indo os materiais mais densos para o núcleo e os menos densos para a superfície.
- **Estrela-** astro de forma esférica e constituição gasosa que mantém uma posição aparentemente fixa e que produz energia luminosa e calorífica.
- **Gigante vermelha-** uma estrela com uma temperatura relativamente baixa e um raio de 10 a 100 vezes o do Sol. Estes astros são representativos das estrelas no final da sua vida evolutiva.
- **Galáxia-** unidade básica do Universo. São grandes aglomerados de estrelas e nuvens de gases e poeiras que existem no Universo.
- **Gravidade-** força atractiva que uns corpos exercem sobre os outros.
- **Grupo Local-** grupo de cerca de 20 galáxias do qual a nossa galáxia faz parte. Todo o grupo se conserva unido pela atracção gravitacional mútua.

- **Manto-** zona terrestre compreendida entre a Crosta e o Núcleo.
- **Mares lunares-** formas de relevo pouco acentuado que existem na Lua. São constituídas por uma rocha escura-o basalto.
- **Mascons-** concentrações, na superfície lunar, de massas rochosas, de elevada densidade, provenientes do interior da Terra.
- **Meteoritos-** corpos rochosos ou metálicos provenientes do espaço interplanetar que chocam com a superfície dos planetas.
- **Meteoro-** rasto luminoso deixado por corpos provenientes do espaço que ardem ao penetrarem na atmosfera.
- **Meteoróides-** corpos de dimensões variáveis, provenientes do espaço que se tornam incandescentes ao atravessarem a atmosfera.
- **Movimento de rotação-** movimento que os corpos celestes efectuam em torno do seu próprio eixo.
- **Movimento de translação-** movimento que os corpos celestes realizam em torno de outro corpo celeste.
- **Nebulosa-** conjunto de gases e poeiras cósmicas.
- **Núcleo-** zona mais interior do globo terrestre, iniciando-se a partir dos 2900Km de profundidade. Tem uma constituição essencialmente ferroniquélica.
- **Órbita-** trajectória do movimento de um astro, sob acção atractiva do Sol e de outros corpos celestes.
- **Planetas-** corpos celestes, constituídos essencialmente por matéria sólida, que não conseguem produzir a sua própria luz mas reflectem a luz emitida por estrelas.
- **Planetas principais-** planetas de maior dimensão, que efectuam o seu movimento de translação em torno de uma estrela.
- **Planetas secundários-** planetas de menor dimensão que realizam, geralmente, o seu movimento de translação em torno de outros planetas. Também chamados satélites naturais.
- **Planetesimais-** corpos celestes, de pequena dimensão, com origem na nébula solar e formados por processos de acreção.
- **Protoplanetas-** corpos celestes, de dimensões inferiores aos planetas, originados por acreção de corpos mais pequenos - os planetesimais - e que por acreção contínua terão originado os planetas.
- **Recessão-** em astronomia, o movimento de um corpo celeste que se afasta do observador ou de outro corpo celeste.
- **Sideritos-** meteoritos metálicos essencialmente formados por ferro e níquel no estado livre.
- **Siderólitos-** meteoritos formados por ferro, níquel e silicatos em proporções sensivelmente iguais.
- **Sistema Solar-** conjunto formado pelo Sol e por todos os astros que giram em torno dele.
- **Supernova-** o súbito, enorme e temporário brilho de uma estrela, resultante da explosão da maior parte da sua matéria constituinte, na agonia da morte. Este facto ocorre apenas em estrelas cerca de seis vezes mais maciças que o Sol e dele resulta uma anã branca.

- **Teoria geocêntrica-** qualquer teoria do Sistema Solar ou do Universo que coloque a Terra no centro.
- **Teoria heliocêntrica-** teoria para explicar o movimento dos planetas, que coloca o Sol no seu devido lugar, no centro do Sistema Solar.
- **Vento solar-** corrente de partículas carregadas "soprada" pela pressão térmica do Sol para o exterior da sua coroa, que não pode ser retida pela gravidade.
- **Via láctea-** galáxia à qual pertence o Sistema Solar.

3- PLANIFICAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO



3.1- ESQUEMA CONCEPTUAL

Comparada com a imensidão do Universo, a Terra não passa de um minúsculo corpo celeste. Insignificante pelas dimensões, mas importante para os seus habitantes. Conhecê-lo e compreendê-lo faz parte do sonho humano.

Para esse conhecimento contribuem dados provenientes do estudo de outros corpos do Universo e estudos directos ou indirectos da própria Terra.

3.2- ESTRUTURAÇÃO DAS AULAS