

**Autor: Angelo Gabriel Uehara Ardonde**

Série: segunda (2013) do Ensino Médio

Profs : Alexandre A. Vicente e Daniela C. Barsotti

Colégio : Colégio Puríssimo Coração de Maria.

Cidade: Rio Claro



*Figura 1. A imensidão e a enigmática beleza do céu noturno sempre exerceram um grande fascínio sobre a curiosidade humana. “We are all connected. To each other, biologically. To the Earth, chemically. To the rest of the universe atomically.”<sup>1</sup>*

### **Laboratórios químicos espaciais: da curiosidade humana à *Mars Curiosity*. Técnicas empregadas e importância científica.**

Desde os tempos antigos, o ser humano foi guiado pela curiosidade em buscar explicações para tudo que o cercava. Buscar a causa dos fenômenos naturais foi o que motivou os primeiros filósofos gregos a substituírem uma visão de mundo mitológica por uma nova forma de pensar, baseada no questionamento e na observação direta da natureza. Eles não estavam mais satisfeitos com verdades prontas e transmitidas através das gerações por meio da tradição, pois agora se valorizava o conhecimento adquirido por meio de reflexões e questionamentos.

Desde então a humanidade se empenhou em desvendar as mais ocultas leis que regem o movimento das engrenagens da natureza, bem como o funcionamento do cosmos. É certo que o céu noturno, com toda sua beleza e esplendor, sempre exerceu um grande fascínio sobre a curiosidade humana. Além disso, que criança nunca se perguntou se estaríamos realmente sozinhos no Universo? Se um dia teremos tecnologia que possibilite realizar viagens interplanetárias? Enfim, como seria explorar e sentir profundamente as mais diferentes belezas contidas no cosmos? Assim sendo, não podemos negar que cada criança é, em sua essência, um pequeno cientista.

O conhecimento do homem em relação ao universo cresceu vertiginosamente no último século. Isso só foi possível devido ao desenvolvimento e envio de diversas sondas, e mais recentemente dos robôs exploradores, para

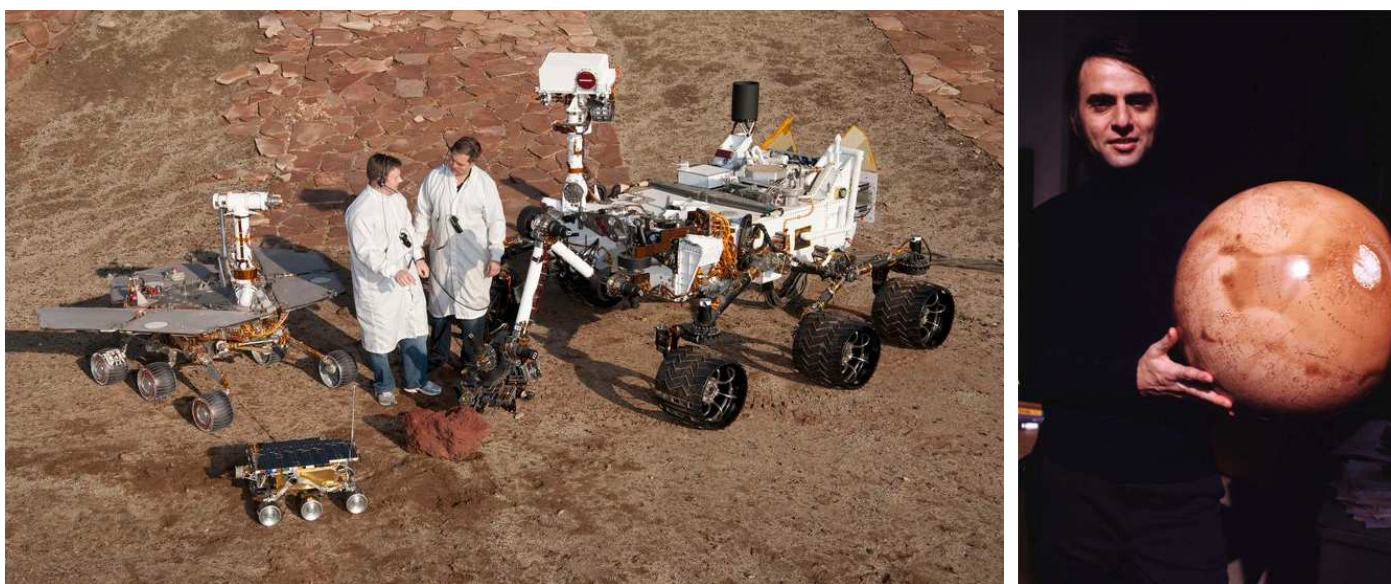
---

<sup>1</sup> Neil deGrasse Tyson. *The Most Astounding Fact*, em entrevista dada à revista TIME, 2012.

ampliar o nosso conhecimento científico sobre cosmos. Todavia, todo o conhecimento que temos hoje ainda é muito incipiente para responder às questões acima, bem como para sonharmos de imediato com qualquer projeto de colonização extraterrena.

Recentemente foi enviado para Marte o *Mars Curiosity*, um jipe-robô equipado com instrumentos científicos e um sofisticado laboratório interno que analisam amostras do solo, de rochas e do ar do planeta vermelho. Tais estudos visam o melhor entendimento da composição de sua litosfera e atmosfera, bem como da provável hidrosfera marciana uma vez presente em um passado distante. Além desses, podemos enumerar o estudo do clima, da pressão, da condutividade elétrica, enfim, de uma série de dados que serão valiosos para possibilitar o envio de uma futura missão tripulada para Marte ou ainda para um possível projeto de colonização do mesmo.

A bordo do *Curiosity* há um sistema de instrumentos científicos como o SAM (sigla para *Sample Analysis at Mars*), que auxiliam na coleta e análise dessas amostras. O SAM é composto por um espectrômetro de massa, um espectrômetro a laser e um cromatógrafo de massa. Tais equipamentos irão procurar principalmente por elementos como carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, os quais estão associados à formação da vida como a conhecemos hoje. As amostras rochosas serão extraídas do solo por meio de uma broca de cinco centímetros presente no braço do *Curiosity*, que irá chegar a uma profundidade que os robôs que o antecederam no estudo de Marte – *Spirit* e *Opportunity* – foram incapazes de alcançar.



*Figuras 2 e 3. Na imagem à esquerda, dois engenheiros estão de pé ao lado das sondas Curiosity (maior) e suas antecessoras Spirit e Opportunity. Na imagem à direita, Carl Sagan segura uma representação em escala reduzida do planeta vermelho; “Temos todas as razões para pensar que, nos próximos anos, Marte e seus mistérios se tornarão cada vez mais familiares para os habitantes do planeta Terra”<sup>2</sup>*

O cromatógrafo gasoso, apresentado na figura 4, é um instrumento responsável pela separação, identificação e quantificação de espécies químicas presentes nas análises coletadas pelo jipe-robô. Trata-se de um método físico-químico de separação dos componentes presentes em uma mistura. Os componentes a serem separados são diferenciados entre duas fases imiscíveis: uma *fase estacionária*, que seletivamente retém certos componentes da

<sup>2</sup> Carl Sagan. *Um pálido ponto azul*. São Paulo, Companhia das Letras, 1994, p.109

mistura, e uma *fase móvel* e gasosa, que atravessa o meio em questão sem sofrer retenção. O princípio da técnica está na diferença de afinidade das espécies químicas participantes em relação à fase estacionária; a polaridade relativa dos componentes da mistura faz com que ocorra uma migração diferencial deles entre duas fases diferentes. Desse modo, a amostra é separada entre as substâncias que a compõe individualmente.

A fase estacionária permanece fixa no interior da coluna. Na medida em que a fase móvel arrasta as moléculas que são separadas no percorrer do trajeto, as espécies químicas que são mais solúveis em relação à fase estacionária são atraídas em direção a ela e, como consequência, se deslocam mais lentamente no interior da coluna. No final do trajeto um detector identifica os componentes presentes na amostra de acordo com os tempos de retenção destas em relação à trajetória percorrida na coluna. Quanto maior a afinidade do componente com a fase estacionária, maior será o seu intervalo de retenção. Caso contrário, ele não será retido e seu tempo de saída será mais rápido.

É importante que o gás presente na fase móvel apresente alta pureza e, principalmente, seja inerte em relação à fase estacionária, visto que sua função é somente transportar as moléculas da amostra através da coluna, não podendo reagir com ela nem com a fase estacionária. Para tal utiliza-se geralmente hélio, hidrogênio ou nitrogênio. A temperatura e o fluxo do gás devem se manter constantes durante todo o tempo de análise.

A fase estacionária pode ser composta por uma espécie sólida ou líquida. Dependendo da natureza da fase estacionária o processo de cromatografia pode ser classificado em *cromatografia sólido-gás* (C.S.G.) ou *cromatografia líquido-gás* (C.L.G.). Na C.S.G., o sólido utilizado deve ser um adsorvente com grande área superficial, ou seja, com uma ampla superfície de contato. A fase estacionária mais utilizada nesse caso é a sílica-gel, já que esta apresenta interações fortes para a retenção de compostos polares. Na C.L.G., a fase estacionária é uma película fina de líquido que recobre um sólido inerte que é utilizado como suporte. Em ambos os casos a separação ocorre devido à polaridade de cada composto presente na amostra. Quanto maior a afinidade do componente em relação à fase estacionária, maior será a sua retenção e, conseqüentemente, o seu tempo de saída da coluna será maior em relação aos componentes que não são tão atraídos pela fase estacionária (Figura 5).

O resultado desse processo é registrado graficamente e denominado de cromatograma (Figura 6). Por meio dele é possível identificar e quantificar os componentes presentes na mistura analisada. Determinando o tempo de retenção de cada composto através da medição do tempo transcorrido desde o momento da injeção da amostra na coluna até a obtenção do pico no gráfico nos permite identificar todos os componentes presentes na amostra. O tempo de retenção é dependente de três condições: do material utilizado na fase estacionária, da vazão do gás utilizado na fase móvel e da temperatura da amostra. Sendo analisado o mesmo composto, sob as mesmas condições e em uma mesma coluna, ele sempre apresentará o mesmo tempo de retenção, o que possibilita com que seja identificado no final do processo. Além disso, calculando-se a área do pico formada no gráfico podemos quantificar o referido composto, pois tal resultado nos informa a sua concentração na amostra.

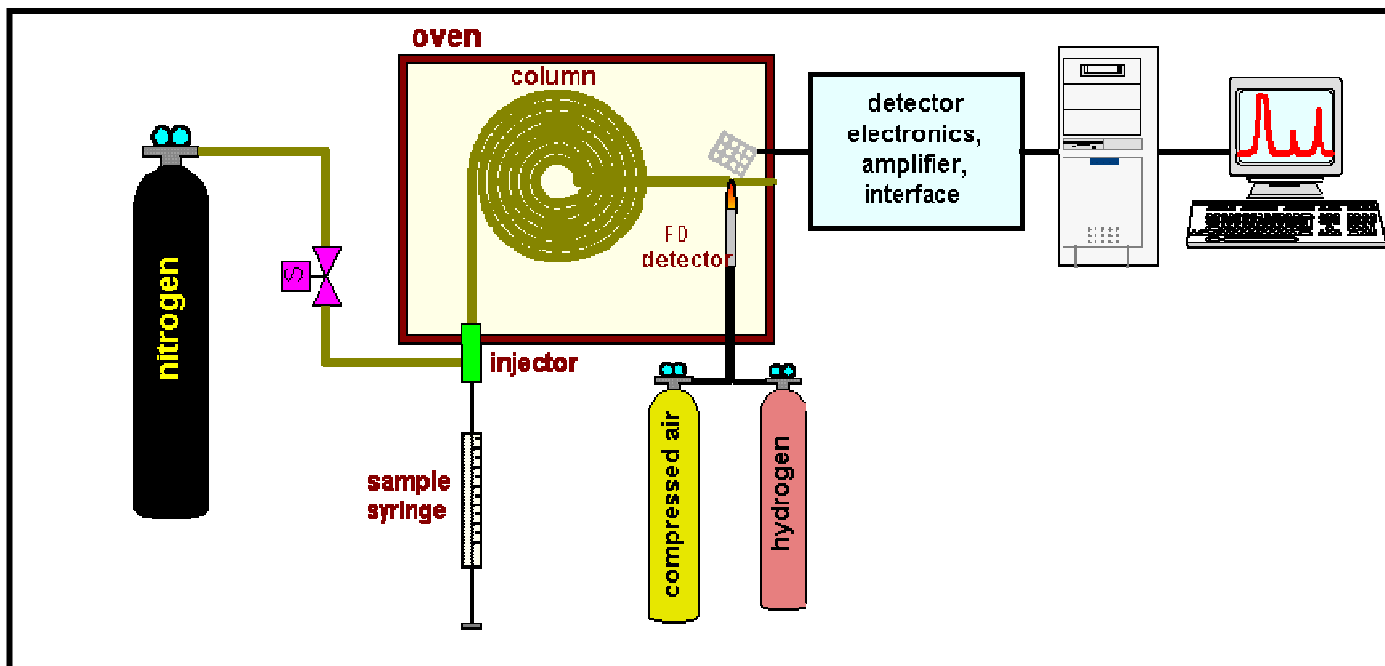
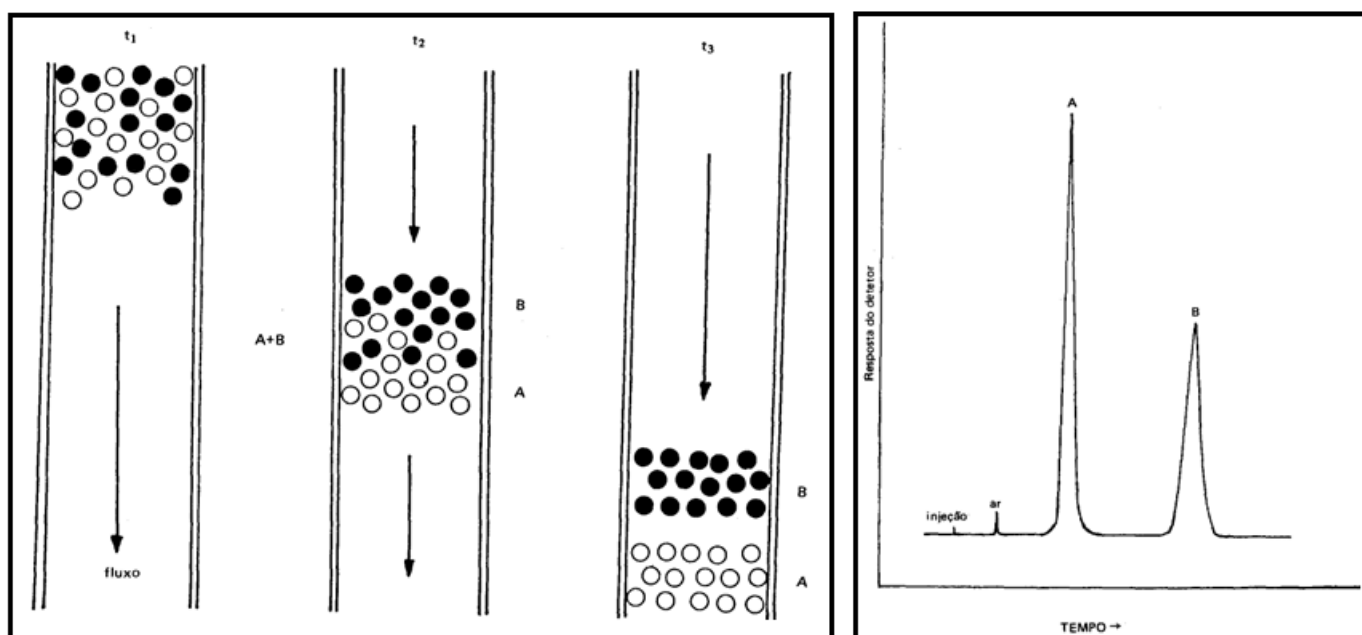


Figura 4. Esquema geral de um cromatógrafo. Além de separar as substâncias de uma amostra, a cromatografia gasosa pode ser utilizada na sua identificação. O tempo de retenção, ou seja, o tempo que a substância leva para sair do sistema, é medido e usado para sua identificação. Assim, se mantivermos as mesmas condições de operação do aparelho, uma mesma substância deverá apresentar o mesmo tempo de retenção.



Figuras 5 e 6. À esquerda há a representação da trajetória de uma mistura através de uma coluna em três instantes diferentes: injeção da amostra ( $t_1$ ), migração diferencial dos compostos ( $t_2$ ) e final do processo, com os compostos apresentando diferentes tempos de retenção ( $t_3$ ). À direita há a representação gráfica desta análise, o cromatograma. Note que o tempo de retenção do composto B é maior devido a sua afinidade em relação à fase estacionária em questão. Como consequência ele percorre a coluna durante um período de tempo maior em comparação à amostra A.

Em relação aos laboratórios químicos espaciais, a cromatografia é um processo de grande importância para a separação, identificação e quantificação de amostras coletadas para análises. No caso da *Mars Curiosity*, o método da cromatografia gasosa será utilizado para separar e detectar diferentes amostras químicas coletadas do solo e da atmosfera de Marte. Atualmente, cromatógrafos gasosos também são acoplados a espectrômetros de massa para que a

identificação e quantificação das substâncias ocorram mais rapidamente. “Com estas primeiras medições atmosféricas já podemos ver a importância que é ter um complexo laboratório químico como o SAM na superfície de Marte. Tanto a amostra atmosférica como a sólida serão cruciais para entendermos a habitabilidade do planeta”, declarou Paul Mahaffy, principal pesquisador do SAM e do Goddard Space Flight Center em Greenbelt, nos E.U.A.

A busca por compostos formados por elementos como o carbono, responsáveis pela formação da vida como a conhecemos hoje, representa o fascínio do homem em relação à busca pela vida presente além de nosso planeta. A descoberta de formas de vida extraterrestre, mesmo a nível microscópico, faria com que nos questionássemos a respeito da ocorrência de tal fenômeno através do cosmos: seríamos nós uma improbabilidade cósmica ou seria a vida abundante a sua ordem natural, mas apenas desconhecida por estar a longínquas distâncias? Arthur C. Clarke responde nos dizendo que para tal “*existem duas possibilidades: ou estamos sozinhos no universo, ou não. Ambas são igualmente aterrorizantes*”.

O investimento em melhores maneiras de se estudar outros planetas, bem como a sua exploração por meio de viagens tripuladas, robôs exploradores e laboratórios químicos espaciais, nos fornecerão conhecimento e novas tecnologias que poderão nos ajudar na solução de problemas complexos que enfrentamos atualmente, como a poluição ambiental, a escassez de alimentos, falta de água potável, entre outros. É sabido que de imediato não esperamos que venham a solucionar tais problemas, todavia o investimento em pesquisas espaciais certamente nos possibilitará a geração de novos conhecimentos e tecnologias que, num futuro próximo, poderão estar presentes em nossas residências, carros e indústrias. Como exemplo, podemos citar a tecnologia de exploração da superfície de Marte desenvolvida pela NASA que possibilitou o mapeamento de aquíferos presentes sob o solo de desertos na Terra, ao mesmo tempo em que outras tecnologias mais antigas não conseguiram encontrar nada durante décadas de uso.

Acima de tudo, o investimento em explorações espaciais – principalmente tripuladas – instiga o entusiasmo do público pela ciência em geral, inspirando toda uma geração de jovens e adultos que veem na colonização de outros planetas nosso futuro e uma meta de longo prazo que está dando seus primeiros passos atualmente.

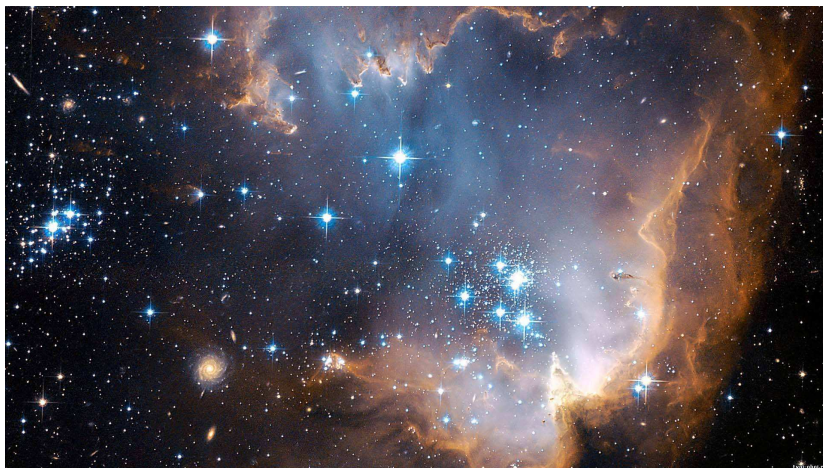


Figura 7. Imagem captada pelo telescópio Hubble. O investimento em explorações espaciais instiga o entusiasmo do público pela ciência em geral.

*“The sun and you and me and all the  
stars that we can see  
Are moving at a million miles a day  
In an outer spiral arm, at forty thousand  
miles an hour  
Of the galaxy we call The Milky Way”<sup>3</sup>*

<sup>3</sup> Galaxy Song, por Monty Python's Flying Circus. 1983.

## Referências Bibliográficas

1. SAGAN, Carl. *O mundo assombrado pelos demônios*. Cia. das Letras. 1995
2. SAGAN, Carl. *Contato*. Cia. das Letras. 1985
3. DEGANI, Ana Luiza G. CASS, Quezia B. VIEIRA, Paulo C. *Cromatografia, um breve ensaio*. Química Nova Na Escola, maio de 1998.
4. LANÇAS, F.M. McNAIR, H.M. *Cromatografia gasosa*. Química Nova, janeiro de 1983.
5. *The Great Debate: The Storytelling of Science*. The Origins Project at Arizona State University. Disponível em <http://www.minds.com/blog/view/53008/the-great-debate-the-storytelling-of-science>
6. HAWKING, Stephen. *A fronteira final*. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/nec/n83/13.pdf>
7. *Rover Curiosity: tudo ou nada*. [http://www.ccvalg.pt/astrologia/noticias/2012/08/3\\_rover\\_curiosity.htm](http://www.ccvalg.pt/astrologia/noticias/2012/08/3_rover_curiosity.htm)
8. *Analysis of Surface Materials by the Curiosity Mars Rover*  
[http://www.ccvalg.pt/astrologia/noticias/2012/08/3\\_rover\\_curiosity.htm](http://www.ccvalg.pt/astrologia/noticias/2012/08/3_rover_curiosity.htm)
9. LEMONICK, Michael D. *O amanhecer de céus muito distantes*. Revista Scientific American Brasil, São Paulo, agosto de 2013. Astronomia, p.38.

Figura 1. [http://jovemnerd.ig.com.br/wp-content/uploads/ads\\_cosmos1.jpg](http://jovemnerd.ig.com.br/wp-content/uploads/ads_cosmos1.jpg)

Figura 2. <http://mars.nasa.gov/msl/multimedia/images/?ImageID=3793>

Figura 3. [http://25.media.tumblr.com/tumblr\\_mc2pk10GnS1rw89ero1\\_1280.jpg](http://25.media.tumblr.com/tumblr_mc2pk10GnS1rw89ero1_1280.jpg)

Figura 4. <http://pt.scribd.com/doc/63733928/CROMATOGRAFIA>

Figuras 5 e 6. LANÇAS, F.M. McNAIR, H.M. *Cromatografia gasosa*. Química Nova, janeiro de 1983.

Figura 7. [http://tvoi-obo.ru/\\_ph/3/509243775.jpg](http://tvoi-obo.ru/_ph/3/509243775.jpg)