

**Redação Seleccionada e publicada pela  
Olimpíada de Química SP-2014**

**Autor: Otávio Augusto Chaves Fernandes dos Santos**

**Co-autores: Gabriel Leite Citrângulo, Enrico T. Padula e Tiago Braga Azevedo**

Série: primeira (2013) do Ensino Médio

Profs : Marcos P. Urbano e Julio Américo Selingardi

Colégio :Villa Lobos

Cidade: Amparo

**Missão Imaginária**

A exploração espacial é a mais fantástica aventura da Humanidade e sua efetivação se tornou possível somente nas últimas décadas – mediante um prévio acúmulo de conhecimentos que se estendeu desde a Antiguidade (quando surgiu a Astronomia, a mais antiga forma de ciência, por não exigir nada além de bons olhos, paciência e imaginação) até os dias atuais (dominados por naves levando astronautas para uma estação em órbita da Terra, sondas robóticas explorando todo o sistema solar e poderosos telescópios a observar as mais distantes galáxias).

A Química, por sua vez, pode ser entendida como mais sofisticada e recente, por muito tempo esteve imersa em fortes misticismos – particularmente importantes foram aqueles relacionados com as buscas incessantes, em especial na Idade Média, pela Pedra Filosofal e pelo Elixir da Longa Vida, que eram os imaginados responsáveis por, respectivamente, transformar tudo em metais preciosos e dar ao homem a tão desejada imortalidade. Nesse período, estamos falando muito mais em Alquimia do que propriamente em Química. Esta começou a se constituir a partir do Renascimento mediante o árduo trabalho de cientistas que descobriram coisas como a verdadeira natureza das reações químicas, fenômenos eletroquímicos, formas de organizar os elementos conhecidos na Tabela Periódica, a estrutura dos átomos, o modo como moléculas orgânicas e inorgânicas são construídas, etc.

No escopo do presente texto, a fim de que se demonstre a relação hoje existente entre duas áreas aparentemente tão diferentes do conhecimento humano, a exploração espacial e a química, é preciso que se responda a duas questões essenciais: “ Por que surgiu essa relação?” e “Como ela acontece?”.

A primeira pergunta pode ser solucionada se pensarmos nos motivos básicos da exploração espacial: além dos que apresentam cunho geopolítico e de desenvolvimento tecnológico, há os científicos e até mesmo filosóficos. Assim sendo, dentre os dois últimos, pode-se citar a curiosidade humana pela natureza do universo que o cerca, mesmo que somente por puro espírito de aventura, ou focando em desvendar mistérios como aquele da matéria que constitui o restante do cosmo. É nesse ponto em particular que entra a Química.

Mas, afinal, do que é feito o Universo? Na verdade, sempre dos mesmos elementos - a maioria dos quais presentes na própria Terra – só que em estados físicos normalmente bastante diferentes daqueles a que estamos habituados.

Se hoje podemos responder esta questão tão fundamental dessa maneira e objetivamente ir mais longe, ao tentarmos entender a origem e a evolução do universo bem como suas propriedades mais íntimas, é graças à atuação multidisciplinar de muitos cientistas, que conseguiram levar, por exemplo, os estudos químicos para o espaço.

Para responder à questão sobre “Como se procede a relação entre química e exploração espacial na atualidade”, o melhor a se fazer é discorrer diretamente sobre a aplicação prática das metodologias de análises químicas numa missão interplanetária real. Começamos nos voltando para uma sonda espacial imaginária, mas plausível, destinada a um dos locais mais extravagantes e misteriosos do sistema solar – a maior das dezenas de luas em órbita do planeta Saturno, Titã.

Titã é o segundo maior satélite natural já descoberto, tendo um diâmetro equatorial de ~5150km. É notável por ser o único corpo celeste de seu tipo, dentre aqueles conhecidos pelo homem, a possuir uma atmosfera significativa. Na verdade tão significativa que exerce na superfície de Titã uma pressão cerca de 60% maior do que aquela presente na Terra no nível do mar. Esta camada de gases é feita principalmente de Nitrogênio, tido como inerte, por não se envolver em muitas reações químicas. Há ainda uma pequena quantidade de metano, cuja presença em Titã não era esperada pelos cientistas. Foi criada a hipótese de que a origem de tal metano esteja ligada com os muitos criovulcões que se acredita existirem nesse estranho mundo – criovulcões estruturas geológicas de planetas e luas geladas, são capazes de expelir gases e até líquidos frios de diversas substâncias, em geral voláteis, como nitrogênio, monóxido de carbono e o dito metano. Este, dura somente poucas centenas de anos na densa atmosfera de Titã. Migra até elevadas altitudes, onde é desfeito pela radiação solar, ou seja, é fotolisado, iniciando uma série de reações complexas que levarão à formação de numerosos hidrocarbonetos, compostos orgânicos feitos de Carbono e Hidrogênio que muitas vezes se agregam em moléculas enormes (chamadas de poliméricas). É interessante notar ainda que Titã, apesar de grande, sendo maior até do que o planeta Mercúrio, constitui-se principalmente de materiais voláteis no estado sólido – chamados coletivamente de “gelo”. Assim, esta lua é leve e conseqüentemente tem uma gravidade fraca, na verdade menor do que a Lua.

Esta extensa apresentação permite que seja demonstrada uma pequena mostra do que a exploração espacial já permitiu que se descobrisse, muitas vezes com o auxílio de estudos químicos – no caso de Titã em especial por espectroscópios e experimentos parecidos nas sondas que já o estudaram a fundo, tais quais a Cassini, que o sobrevoa freqüentemente desde que entrou em órbita de Saturno no ano de 2004. Espectroscópios usam de análises do espectro eletromagnético emitido ou refletido pelos corpos celestes para estudar a composição química dos mesmos. Assim sendo, por exemplo, pode-se fotografar Titã de tal forma que seja capturada a luz solar que atravessa sua atmosfera. O espectrômetro eletromagnético assim obtido apresentará faixas escuras, ou falhas em comprimentos de onda mais fortemente absorvidos. Como se sabe com precisão quais substâncias são responsáveis por cada tipo de absorção, elas são determinadas para o caso de Titã.

Estas faixas no espectro, chamadas por vezes de Linhas de “Fraunhofer” em honra de quem as descobriu, são um dos métodos que permitiram o estudo da composição de atmosfera do Sol, assim como de outras estrelas e planetas do sistema solar, desde quando não havia sido lançado um único satélite, ou seja, o século XIX.

Retornemos à sonda imaginária anteriormente mencionada. No exemplo deste texto, ela será muito mais complexa do que o pequeno Huygens (o único artefato humano que já pousou em Titã, em janeiro de 2005, quando ele permaneceu por cerca de 2 horas na superfície dessa lua em uma missão histórica). Pensemos num grande rover (jipe-robô dotado de rodas ou esteiras) pousando na maior lua saturnina com um pequeno sistema de pára-quadras. Esse rover contaria com vasta instrumentação científica, incluindo um verdadeiro laboratório químico a bordo. Ele liberaria um pequeno dirigível robótico que se encarregaria de subir até certa altitude, com balões de Hélio e então obter fotografias de alta qualidade da região ao redor a fim de que esta fosse mapeada e alvos para estudos detalhados do rover fossem identificados. Então, enquanto o dirigível estivesse perscrutando a atmosfera de Titã em diversas altitudes, tentando entender não só seus ventos, aerossóis e aspectos relativos à luminosidade como também características químicas, tais quais o fluxo de metano e outros hidrocarbonetos, o rover seguiria até os ditos alvos e se os controladores da missão julgassem necessário, faria análises mais amplas coletando pequenas amostras mediante brocas (caso o alvo fosse feito de material sólido), pás (se fosse areia de hidrocarbonetos, bastante presente em certas regiões de Titã) ou aparelhos de sucção (se fosse algum corpo líquido, como um lago de etano) e as enviando depois a entrada de um instrumento chamado “Cromatógrafo a Gás”. Este inicialmente aqueceria as amostras, levando à evaporação dos materiais voláteis que nela se encontrassem. Os vapores resultantes seriam impelidos por um fluido chamado “gás de arraste” (próprio do instrumento) numa fina tubulação e o revestimento interno desta (“fase estacionária”) os desaceleraria. Mas essa desaceleração se daria com intensidade diferente para cada um dos vapores liberados pela amostra de modo que no final do cromatógrafo a gás eles saíam ordenados. A medição precisa do tempo de saída deles e permitiria a determinação de suas composições, baseando-se em técnicas de computação analítica e no entendimento de como cada substância reage à fase estacionária (cuja composição, obviamente, seria pré-determinada pelos engenheiros da missão).

Em seguida os vapores (termo que estou usando aqui como sinônimo de “gases”) seriam conduzidos a outro instrumento, o “Espectrômetro de Massa”, no qual sofreriam ionização para logo depois adentrarem num compartimento dotado de campo eletromagnético. Íons positivos (cátions) seriam atraídos pelo pólo Sul e íons negativos (ânions) pelo pólo Norte deste campo. Mas íons de mesma carga demorariam tempos diferentes para cair, dependendo da massa atômica ou molecular que tivessem. Visto que estes dois últimos valores são propriedades identificadoras de cada substância, a composição química dos íons poderia ser determinada, novamente com o auxílio de técnicas de computação analítica.

Resumindo, uma dupla de dois instrumentos bastante sofisticados conseguiria demonstrar a composição química das amostras coletadas com elevado detalhamento. Se tais amostras fossem sólidas, parte delas não se vaporizaria no processo de aquecimento efetuado pelo cromatógrafo a gás e poderia ser estudada por outros instrumentos, como difratômetros, que analisam o desvio sofrido por raios-X, por exemplo, ao atravessarem a estrutura atômica das substâncias.

Entretanto, é fato verdadeiro, que a maioria dos laboratórios analíticos das modernas sondas espaciais, como o rover marciano “Curiosity” é centrada nos inseparáveis cromatógrafo a gás e espectrômetro de massa. Por isso, justifica-se a escolha deles como instrumentos a merecerem descrição mais aprofundada, mesmo que aqui ela esteja longe de abarcar todos os detalhes possíveis.

Os benefícios da exploração espacial são muitos e impactam de maneira extremamente significativa à Humanidade sob três aspectos, o tecnológico, o científico e o do futuro da própria exploração espacial. Enfocando estas 3 áreas encontramos 3 exemplos importantes.

Em termos tecnológicos pode ser citada a redução do tamanho dos difratômetros de raios-x. Se antes esse tipo de instrumento, muito usado em laboratórios comuns, tinha tamanho maior que o de uma geladeira, hoje pode ser uma caixa com apenas poucas dezenas de centímetros de lado, graças ao instituto americano Ames Research Center. Ele criou o CHEMIN, moderno difratômetro de raios-x, feito para caber no rover Curiosity. Após fazer as mais refinadas análises químicas da superfície de Marte terá seu conceito adaptado para aplicações em explorações petrolíferas, análises de objetos arqueológicos e triagem de produtos farmacêuticos falsificados. Por isso, é considerado um “Spin-Off”, tecnologia criada para a área espacial que conseguiu usos comerciais noutros setores.

Na área científica, incluem-se inúmeras descobertas feitas ao longo das últimas décadas sobre a composição e a origem dos corpos celestes, desde humildes asteróides até gigantes estrelas. Um feito extraordinário e que por isso merece menção é a determinação da composição da atmosfera de exoplanetas, planeta que orbitam estrelas a vários anos-luz de distância. Isso foi possível, pois alguns dos mais poderosos telescópios atuais conseguem diferenciar a débil luminosidade de planetas transitando em frente as suas estrelas (a partir do ponto de vista terrestre) da luz dessas, comparativamente muito mais intensa. Avaliando o espectro de tal luminosidade, podem ser encontradas as assinaturas de elementos químicos mediante os métodos anteriormente descritos. Dado o aumento da descoberta de mundos habitáveis e capazes de abrigar vida, a determinação da composição da atmosfera dos mesmos, técnica destinada a se tornar comum nos próximos anos, representa um passo a mais para que possamos descobrir se estamos ou não sozinhos no universo.

E como o destino da humanidade parece ser a expansão pelo cosmos, colonizando os vários mundos espalhados pela galáxia, nada mais justo que a exploração espacial seja empregada para a criação de tecnologias que no futuro permitam a melhoria da própria exploração espacial. A química pode fazer isso nos

dando dados sobre características decisivas dos lugares que ainda visitaremos (ressalte-se, nesse sentido, a importância das sondas não tripuladas como predecessoras de naves espaciais com astronautas). Assim, poderemos desenvolver o que for necessário para sobreviver neles, como sistemas de obtenção de água e oxigênio.

Afinal, química e exploração espacial não passam de duas formas do ser humano ir onde nunca antes foi. Este é o seu maior objetivo.

#### *Referências Bibliográficas:*

- [http://pt.wikipedia.org/wiki/História\\_da\\_astronomia](http://pt.wikipedia.org/wiki/História_da_astronomia) - Acesso em 25/11/2013
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/História\\_da\\_química](http://pt.wikipedia.org/wiki/História_da_química) - Acesso em 25/11/2013
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Titã\\_\(satélite\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Titã_(satélite)) - Acesso em 25/11/2013
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cassini-huygens> - Acesso em 25/11/2013
- <http://web.mit.edu/spectroscopy/history/history-classical.html> - Acesso em 08/11/2013
- <http://www.cpatc.embrapa.br/eventos/seminariodequimica/1%BO%20Minicurso%20Produ%E7o%20Qualidade%20de%20Biodiesel/cromatografiagasosa.pdf> - Acesso em 08/11/2013
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Cromatografia\\_gasosa](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cromatografia_gasosa) - Acesso em 08/11/2013
- [http://www.ioc.fiocruz.br/pepiteos2008/pdf/espectrometria\\_massa.pdf](http://www.ioc.fiocruz.br/pepiteos2008/pdf/espectrometria_massa.pdf) - Acesso em 08/11/2013
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Espectrometria\\_de\\_massa](http://pt.wikipedia.org/wiki/Espectrometria_de_massa) - Acesso em 08/11/2013
- <http://mars.jpl.nasa.gov/msl/nes/whatsnew/index?FuseAction=ShowNew&Newsid=1385> - Acesso em 25/11/2013
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Spin-off> - Acesso em 25/11/2013
- [http://www.epochtimes.com.br/atmosfera-detectada-em-exoplaneta/#Uo\\_QKNKp48](http://www.epochtimes.com.br/atmosfera-detectada-em-exoplaneta/#Uo_QKNKp48) - Acesso em 25/11/2013
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Utilização\\_de\\_recursos-in-situ](http://pt.wikipedia.org/wiki/Utilização_de_recursos-in-situ) - Acesso em 25/11/2013