

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Química
Licenciatura em Química

**A Saga dos Elementos Químicos: das Estrelas até as
Moléculas da vida.**

Naiara Cristina Aguiar Moreno

Orientadora: Heloisa Maria Boechat Roberty

Rio de Janeiro

2010

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Química
Licenciatura em Química

**A Saga dos Elementos Químicos: das Estrelas até as
Moléculas da vida.**

Monografia apresentada à Universidade
Federal do Rio de Janeiro como requisito
parcial para obtenção do título de Licenciado
em Química.

Naiara Cristina Aguiar Moreno

Orientadora: Heloisa Maria Boechat Roberty

Rio de Janeiro
2010

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Química
Licenciatura em Química

Aluna: Naiara Cristina Aguiar Moreno

DRE: 104036020

Orientadora: Heloísa Maria Boechat-Roberty

**Título: A Saga dos Elementos Químicos: das Estrelas até as Moléculas
da vida.**

Banca Examinadora:

D.Sc. Iracema Takase(IQ/UFRJ)

D.Sc. João Massena de Melo Filho(IQ/UFRJ)

“Somos todos poeira das estrelas.”

Carl Sagan

Agradecimentos

- À Deus, que me concedeu o dom da vida;
- À minha mãe pelo imenso carinho e dedicação incondicional;
- Ao meu pai pelo constante incentivo e atenção;
- Ao Tiago por todo amor e força nas horas mais difíceis;
- À Marília por me fazer levantar a cabeça e seguir em frente;
- À Lilian pela amizade e carinho que eu levarei pra sempre.
- À Carla pela orientação e exemplo de força de vontade e dedicação.
- À professora Heloísa, pela orientação e atenção;
- À professora Encarnación e ao Rundsthen, pelos materiais da extensão e por me introduzirem ao mundo da educação através das atividades de extensão.
- À professora Lilia Prado, pela ajuda através do seu livro *À luz das estrelas*.

Dedicatória

À todos que fazem parte da minha história.

RESUMO

Os mistérios do Universo fascinam a humanidade desde os primórdios da civilização, de onde remonta a Ciência mais antiga: a Astronomia. A Química e a formação dos elementos químicos possui uma forte relação com a Astronomia, porém isso é pouco conhecido e mencionado no estudo de Química.

O presente trabalho apresenta uma pequena cronologia da formação dos elementos químicos, do mais simples até as moléculas precursoras da vida e propõe ainda a utilização do conhecimento de Astronomia, ou da recente área conhecida como Astroquímica no ensino de Química no ensino médio.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1 Big Bang.....	3
2.1.1 As galáxias.....	4
2.1.2 A Via Láctea.....	4
2.1.3 O Sistema Solar.....	6
2.2 Formação das estrelas: a origem dos elementos químicos.....	8
2.2.1 Queima do hidrogênio.....	8
2.2.2 Queima do hélio.....	10
2.2.3 Queima do carbono.....	11
2.2.4 A trajetória evolutiva das estrelas.....	11
2.2.5 Destino das estrelas.....	12
2.2.6 Diagrama de Hertzsprung-Russell.....	16
2.3 Astroquímica.....	20
2.3.1 Breve histórico da Astroquímica.....	20
2.3.2 Como as moléculas são observadas no espaço.....	21
2.3.3 Relação entre moléculas detectadas e região do espaço onde as mesmas foram descobertas.....	23
2.3.4 Formação e Destruição de Moléculas.....	23
2.3.4.1 Formação de Moléculas.....	23
2.3.4.2 Destruição de Moléculas.....	24
2.3.5 Simulações em Laboratório da Formação e Destruição de Moléculas...24	
3. Enquadramento do tema Astroquímica à luz dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.....	25
3.1 Importância da Astroquímica no Contexto Pedagógico.....	25
3.2 Análise do Conhecimento de Astronomia/Astroquímica dos alunos de Ensino Médio através de um Questionário.....	27

4. Propostas de utilização do tema Astroquímica nas aulas de Química no Ensino Médio.....	30
4.1 Conceitos Fundamentais: Matéria e Energia (o Sol).....	30
4.2 A Origem dos Elementos Químicos: o Big Bang.....	32
4.3 A Descoberta dos Elementos Químicos: a Tabela Periódica.....	33
4.4 Radioatividade.....	33
4.5 Curiosidades: o que o mundo lucrou com a pesquisa espacial?.....	33
4.5.1 Espuma de Poliuretano de Alta Resistência.....	34
4.5.2 Detector de Fumaça.....	34
4.5.3 Filtros de água.....	35
4.5.4 Geração de imagens médica.....	35
4.5.5 Roupa de bombeiro.....	35
5. Conclusão.....	36
6. Bibliografia.....	37
7. Anexos.....	39
Anexo 1: Questionário apresentado aos alunos de Ensino Médio.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diferentes tipos de galáxias.....	4
Figura 2: Imagem da Via Láctea.....	5
Figura 3: Desenho esquemático da Via Láctea.....	5
Figura 4: Tamanho relativo dos planetas em relação ao Sol.....	6
Figura 5: Representação da eclíptica.....	7
Figura 6: Região de formação estelar.....	8
Figura 7: Ciclo próton-próton no qual um conjunto de quatro núcleos de hidrogênio em um núcleo de hélio.....	9
Figura 8: Núcleo de hélio inerte envolto em uma camada de hidrogênio que está sendo queimado.....	10
Figura 9: Ciclos de queima nuclear.....	12
Figura 10: Ciclos de queima nuclear até a produção de Ferro.....	13
Figura 11 : Imagem de uma Supernova.....	14
Figura 12: Desenho esquemático de uma estrela de nêutrons.....	14
Figura 13: Desenho esquemático de um pulsar.....	15
Figura 14: Evolução das estrelas de acordo com sua massa.....	16
Figura 15: Diagrama de Hertzsprung-Russell: mostra a relação matemática entre a luminosidade e a temperatura de superfície das estrelas.....	17
Figura 16: a)Diagrama HR b)Tabela de Nuclídeos.....	18
Figura 17: Radiotelescópio de 7 metros no Observatório de Jodrell Bank (Universidade de Manchester – Reino Unido).....	20
Figura 18: Espectro Eletromagnético.....	21
Figura 19 : Estrutura do Fulereo.....	21
Figura 20: Radiação Síncrotron.....	24
Figura 21: Imagem da dimensão do Sistema Solar comparado a um campo de futebol.....	31
Figura 22: Abundância dos Elementos Químicos no Universo.....	33

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Lista de moléculas de detectadas.....	22
Tabela 2: Relação de Moléculas detectadas, local de detecção e onde está presente na Terra.....	23
Tabela 3: Informações Relevantes sobre o Sol.....	30

1. INTRODUÇÃO

A origem e a formação da vida no universo sempre foi algo que fascinou a humanidade. Porém, poucos sabem que os mesmos elementos químicos que originaram todos os corpos celestes existentes são os mesmos que formam todos os seres no nosso planeta, bem como nós mesmos.

Os cientistas acreditam que o Big Bang deva ter produzido os elementos mais simples, como hidrogênio e outros. Os demais elementos, mais complexos, foram produzidos posteriormente no interior das estrelas (Arany-Prado, 2006). Portanto, pode-se afirmar que os seres humanos são descendentes das estrelas e estudar sua composição e origem é ter acesso ao legado da vida na Terra.

É notória a falta de articulação entre o conhecimento científico com a própria realidade em que vivemos. Essa distância entre o que é ensinado e a realidade é responsável por sérios problemas no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que promove um distanciamento entre os alunos e o conteúdo abordado.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, a introdução de conceitos químicos aos alunos deve ser feita de forma contextualizada a fim de permitir que os mesmos sejam capazes de compreender e identificar tais conhecimentos em sua própria vida.

A utilização da Astronomia na introdução de conhecimentos químicos pode ser uma grande facilitadora dessa contextualização, uma vez que este ramo da ciência é uma das áreas que mais atrai a curiosidade das pessoas. Aliada às imagens que a Astronomia é capaz de proporcionar, a Química pode deixar de ser vista como algo enfadonho e distante dos alunos para ser algo mais atraente e perceptível à sua realidade.

Na década de 50, a união da Astronomia e da Química deu origem a nova área Astroquímica, que é uma ciência que se baseia no estudo da formação e destruição de moléculas no espaço. Essa área teve um grande avanço na década de 70 quando, através da Radioastronomia (estudo de objetos celestes observados em ondas de rádio), diversas espécies moleculares foram detectadas em vários objetos.

Este trabalho visa explorar a relação marcante da Astronomia com a Química de forma a promover uma maior interação entre as duas áreas seja no ensino não formal ou no ensino formal de ciências. Além disso, serão propostas alternativas para contextualização do ensino de Química em escolas de ensino fundamental e médio através da utilização de conceitos de Astronomia. Dessa forma, a introdução de

conceitos parte da escala macroscópica da Astronomia para o ambiente microscópico necessário para o estudo da Química.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BIG BANG

A origem dos elementos químicos tem origem no chamado Big Bang ou Grande Explosão. Essa é a teoria mais aceita para explicar a origem do universo, que de acordo com as atuais medições ocorreu há cerca de 13 bilhões de anos.

Acredita-se que tudo que existe atualmente no universo estava confinado sob a forma de energia, que abruptamente iniciou um processo de expansão que permanece até hoje. Essa expansão foi capaz de formar o espaço, como é conhecido hoje e a matéria. É sabido ainda que as leis da Física tal qual são conhecidas hoje só podem ser aplicadas a partir do instante 10^{-43} s após o Big Bang. (Reid, 2005)

Essa teoria afirma ainda que na ocasião da criação do universo, o hidrogênio e o hélio 4 eram praticamente os únicos elementos químicos existentes com um percentual de 76% e 24% respectivamente. O Big Bang deve ter produzido ainda o deutério, o hélio 3 e o lítio 7. No gás existente no meio interestelar pode ser formado, e continua sendo formado ainda hoje, lítio, berílio e boro. Dessa forma, todos os elementos mais pesados que o boro foram criados no interior de estrelas (Arany-Prado, 2006).

2.1.1 AS GALÁXIAS

Após cerca de 200 milhões de anos do Big Bang, as estrelas começaram a ser formadas, o que deu início ao processo de formação das galáxias. Pode-se observar cerca de 60 bilhões de galáxias no Universo e elas podem apresentar diferentes formas e conter cerca de 100 ou 200 bilhões de estrelas.

Em 1925, o astrônomo norte-americano Edwin Powell Hubble (1889- 1953), elaborou uma classificação para as galáxias, baseada em suas diferentes formas. Tais diferentes tipos de galáxias podem ser observadas na figura 1. Os principais tipos de galáxias existentes são as elípticas e as espirais. À saber:

- há um predomínio de estrelas avermelhadas (estrelas evoluídas ou de baixa massa) nas galáxias espirais. Nessas galáxias no geral não existe mais a formação de estrelas há bilhões de anos e elas não apresentam disponíveis gás e poeira;
- nas galáxias espirais existe uma grande quantidade de estrelas azuladas (estrelas jovens de grande massa) e ainda a existência de gás e poeira, o que ofusca o brilho das estrelas.

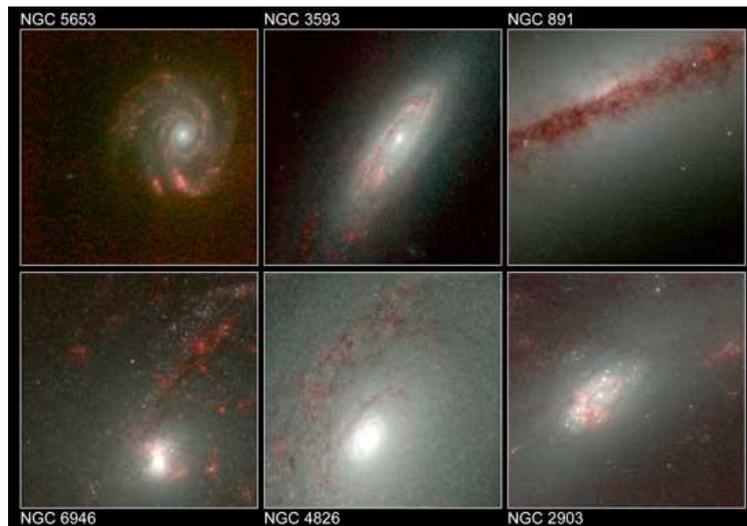


Figura 1: Diferentes tipos de galáxias

Fonte: achetudoeregiao.com.br/astronomia/galaxia.htm

2.1.2 A VIA LÁCTEA

O planeta Terra está localizado no Sistema Solar que por sua vez está localizado na Via Láctea. (Ao nos referirmos á nossa Galáxia, deve-se usar letra maiúscula). Uma imagem da Via Láctea pode ser vista na figura 2 e um desenho ilustrativo da mesma é apresentado na figura 3. Nossa Galáxia é formada por algumas partes principais:

- o disco com um diâmetro de cerca de 98 mil anos-luz ($1 \text{ ano-luz} = 9,46 \times 10^{12} \text{ Km}$) e é a parte mais visível da Galáxia. É formada pela população mais jovem de estrelas (cor azulada), além de nuvens de poeira, gás e aglomerados estelares;
- o bojo ou núcleo, que está localizado no centro do sistema e possui um formato de uma bola achatada e é constituída por estrelas mais velhas (cor avermelhada). Possui um diâmetro de cerca de cem mil anos-luz.
- o bulbo central, que é a parte que fica em torno do bojo, possui formato esférico e é composta por estrelas velhas.
- o halo, que possui um formato esférico e envolve toda a estrutura visível da Galáxia. É o componente menos conhecido da Galáxia e sua existência é comprovada através dos efeitos causados na curva de rotação externa da Galáxia.
- os braços espirais, que só foram descobertos em 1958. Existem dois braços principais denominados Perseus e Centauros que contam com uma grande concentração de

estrelas jovens. Esses braços espirais estão em movimento rotatório em volta do núcleo assemelhando-se a um cata-vento gigante.



Figura 2: Imagem da Via Láctea

Fonte: maristellamartins.blogspot.com

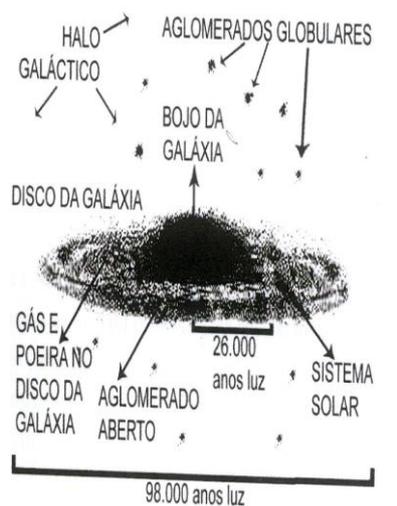


Figura 3: Desenho esquemático da Via Láctea (Arany-Prado,2006)

2.1.3 O SISTEMA SOLAR

O Sistema Solar é formado pelo Sol e por outros corpos celestes que estão sob efeito de seu campo gravitacional, dentre eles os planetas: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Além dos planetas é composto ainda pelos satélites dos planetas, os cometas, asteróides, meteoróides e o espaço interplanetário. Uma figura apresentando os planetas e o Sol em escala á apresentado na figura 4.

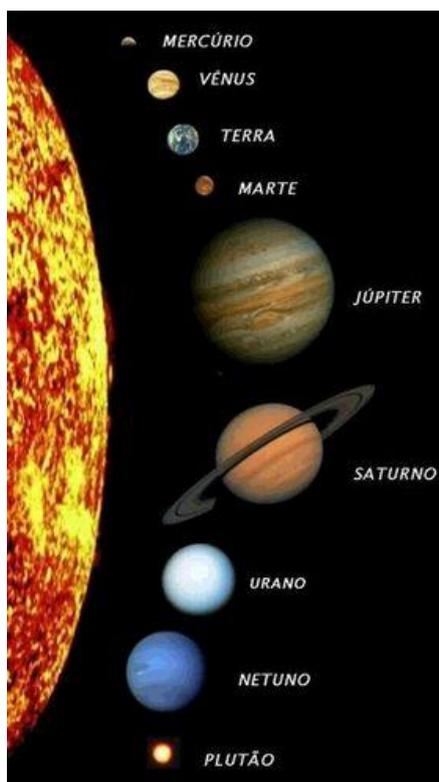


Figura 4: Tamanho relativo dos planetas em relação ao Sol

Fonte: ciencia-cultura.com

(É válido ressaltar que Plutão que está representado na figura acima não é mais classificado como um planeta segundo a União Astronômica Internacional.)

Os planetas, a maior parte dos satélites dos planetas e os asteróides giram em volta do Sol (que é a principal fonte de energia eletromagnética do Sistema Solar), na mesma direção, em órbitas aproximadamente circulares. Se olharmos de cima do pólo norte solar, os planetas orbitam num sentido anti-horário. Os planetas orbitam o Sol num mesmo plano, chamado de *eclíptica*. A representação dessa órbita pode ser vista na figura 5.

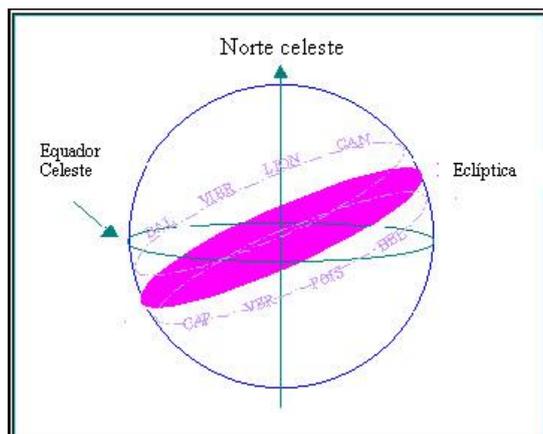


Figura 5: Representação da eclíptica

Fonte: portaldoastronomo.org

O intervalo de tempo que cada planeta demora para dar uma volta completa em torno do sol é chamada de Revolução e depende do tamanho de sua órbita. O plano que contém uma dada órbita é conhecida como *plano da órbita*. O plano da órbita de Mercúrio é ligeiramente inclinado em relação ao plano dos demais planetas.

O Sol contém cerca de 99.85% de toda a matéria do Sistema Solar. Os planetas, que se condensaram a partir do mesmo disco de matéria de onde se formou o Sol, contêm apenas 0.135% da massa do sistema solar. Júpiter contém mais do dobro da matéria de todos os outros planetas juntos. Os satélites dos planetas, cometas, asteróides, meteoróides e o meio interplanetário constituem os restantes 0.015% (Maciel, 1991).

2.2 FORMAÇÃO DAS ESTRELAS: A ORIGEM DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Uma estrela tem origem em nuvens muito densas com massa de 10^4 massas solares na forma de gás e poeira chamadas nuvens moleculares. Tais nuvens colapsam por ação de sua própria gravidade do centro para as regiões mais externas. Um fragmento menor proveniente do colapso das regiões centrais da nuvem molecular, mais densas, dá origem a um objeto com características próprias denominado protoestrela. A escala de tempo envolvida nesse processo é de milhões de anos. Na figura 6 pode-se observar a imagem de uma região de formação estelar.

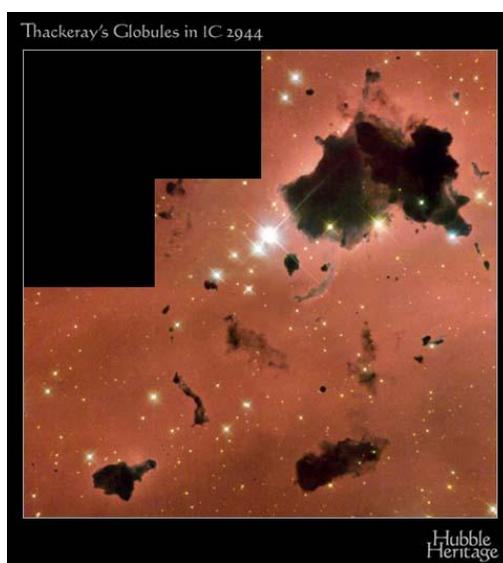


Figura 6: Região de formação estelar

Fonte: Hubble Space Telescope

2.2.1 QUEIMA DO HIDROGÊNIO

A seguir, ocorre o início das reações de fusão do hidrogênio nas regiões centrais do objeto, que nesse momento começa a ser chamado de estrela. Durante todo esse tempo em que a estrela queima hidrogênio das regiões centrais dizemos que a mesma encontra-se em uma etapa da sua vida denominada *sequência principal*. O tempo que a estrela permanece nessa fase varia de acordo com a quantidade de hidrogênio disponível assim como a taxa de queima desse hidrogênio.

Ao consumir todo o hidrogênio das regiões centrais, as estrelas abandonam a sequência principal e passam a queimar hidrogênio em sua camada mais externa,

ficando com um núcleo de hélio inerte. Com isso, o raio da estrela aumenta tornando-se então uma gigante vermelha (Arany-Prado, 2006).

A fusão de núcleos atômicos ou queima do hidrogênio representa uma cadeia de reações nucleares, ou ciclo de reações denominado ciclo próton-próton. Esse processo pode ser visto na figura 7.

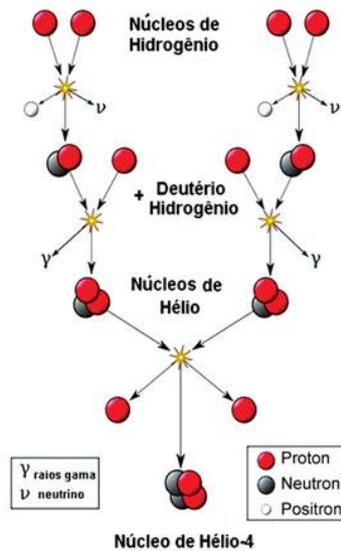


Figura 7: Ciclo próton-próton no qual um conjunto de quatro núcleos de hidrogênio em um núcleo de hélio.

Fonte: pt.wikipedia.org

A fase de queima de hidrogênio corresponde à maior parte da vida da estrela. Nessa fase, o núcleo estelar fica isolado da parte externa, fornecendo energia para compensar a auto-gravidade. Dessa forma, quando termina um percentual do hidrogênio disponível na parte central, cessam as reações de queima de hidrogênio, restando apenas um núcleo inerte de hélio. Essa etapa de vida estelar é mostrado na figura 8.

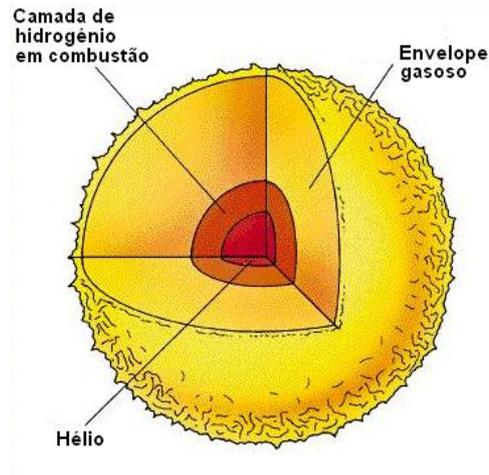


Figura 8: Núcleo de hélio inerte envolto em uma camada de hidrogênio que está sendo queimado

Fonte: astro.if.ufrgs.br

2.2.2 QUEIMA DO HÉLIO

Dependendo da massa da estrela, o hélio inerte poderá ser utilizado no processo de queima do mesmo. A fusão simples de dois núcleos de hélio forneceria um núcleo de berílio 8. Como esse núcleo é muito instável, a fase que decorre é a compressão da estrela, uma vez que temporariamente não há energia suficiente para compensar sua auto-gravidade, como ocorria antes. Então, a estrela passa por uma fase de contração, no qual sua densidade interna aumenta rapidamente. Com isso, uma região em volta do núcleo apagado de hélio passa a ter temperatura e densidade adequadas para acender novamente o hidrogênio.

Dessa forma, a estrela realiza a queima do hidrogênio em uma camada mais externa ao núcleo central, enriquecendo assim o núcleo de hélio inerte com mais hélio proveniente dessa nova etapa de queima de hidrogênio e continua a se contrair, enquanto a camada de hidrogênio aumenta. A fim de liberar essa energia, a densidade das camadas mais externas diminui, a estrela se expande podendo chegar a uma gigante vermelha. Durante essa fase, o núcleo da estrela continua a se contrair, o que ocasiona a queima do hélio de maneira mais intensa, chamada de *flash do hélio*. Após esse fenômeno ocorre uma expansão da estrela, o que enfraquece a camada de queima de hidrogênio.

A fase estável do ciclo de queima do hélio é aquele que apresenta como produto final o carbono-12. Quando são atingidos certos valores muito altos de temperatura (cerca de 100 milhões de Kelvin) e densidade, três núcleos de hélio podem se combinar originando um núcleo de carbono. Essa reação é conhecida como triplo α , no qual α é usada para representar o núcleo do átomo de hélio. Com a produção do carbono, outras reações entre o hélio e o carbono podem ocorrer, produzindo o oxigênio 16. Ao acabar o hélio disponível para queima, restará um núcleo apagado de carbono e ainda alguma quantidade de oxigênio. Após uma fase em que ocorrerá uma nova contração da estrela, haverá então uma camada mais externa que continuará queimando hidrogênio e uma mais interna que queimará hélio.

2.2.3 QUEIMA DO CARBONO

Após essas reações e com uma temperatura da ordem de 1 bilhão de Kelvin, ocorre a queima do carbono, que é capaz de produzir o neônio 20 e o magnésio 24.

Á seguir pode ocorrer a queima do oxigênio que leva a produção de silício 28 e enxofre 32. Um par de elétrons de átomos de silício produz um núcleo de ferro 56, que em temperaturas superiores a 5 bilhões de Kelvin pode ser desintegrado em núcleos de hélio, revertendo todo processo de nucleossíntese descrito. Esse processo ocorre em uma explosão de supernova, no qual a pressão de degenerescência dos elétrons não é mais suficiente para estabilizar o núcleo. Com isso ocorre a colisão dos elétrons com os prótons presentes no núcleo, originando uma grande quantidade de nêutrons.

2.2.4 A TRAJETÓRIA EVOLUTIVA DAS ESTRELAS

Os processos descritos anteriormente ocorrem de acordo com a massa que a estrela apresenta durante sua sequência principal, uma vez que para a queima de núcleos mais pesados que o hidrogênio é necessário a existência de massas estelares suficientemente altas. Com isso, não são todas as estrelas que serão capazes de realizar todas as etapas de queima nuclear mencionadas anteriormente. A divisão realizada abaixo tem como referência a massa do Sol.

- Estrelas com massas de $0,01$ a $0,5M_{\text{Sol}}$ realizam apenas o processo de queima de hidrogênio;
- Estrelas com massas de $0,5$ a $5M_{\text{Sol}}$ realizam a queima de hidrogênio e Hélio;
- Estrelas com massa acima de $5M_{\text{Sol}}$ chegam a realizar a queima do carbono.

- Estrelas com massa acima de $10M_{\text{Sol}}$ podem realizar todos os ciclos de queima anteriormente descritos.

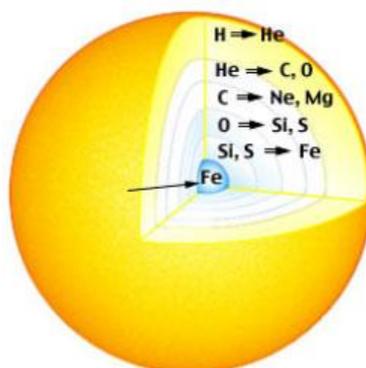


Figura 9: Ciclos de queima nuclear

Fonte: *astro.if.ufrgs.br*

2.2.5 DESTINO DAS ESTRELAS

Como pode ser observado acima, o destino de uma estrela dependerá diretamente de sua massa inicial. As estrelas possuem um ciclo de vida que termina com a sua morte, que também dependerá da sua massa inicial e ainda de quanto de massa essa estrela perdeu durante sua trajetória evolutiva. Não consideraremos, entretanto, neste trabalho as perdas de massa que ocorrem durante essa trajetória.

Estrelas com massas até $0,5M_{\text{Sol}}$ terminam sua vida após a fase de *gigante vermelha*, apresentando como remanescente estelar uma *anã branca de hélio*. O tempo de vida para essas estrelas é da ordem de 20 bilhões de anos.

Estrelas com massas entre $0,5M_{\text{Sol}}$ e cerca de $8M_{\text{Sol}}$ terminam sua vida como *nebulosas planetárias*, após realizarem as etapas de queima de hidrogênio, hélio e carbono.

Já as estrelas de massa superiores a $8M_{\text{Sol}}$, são capazes de realizar as próximas etapas de queima nuclear produzindo elementos como o oxigênio e outros, o que origina a existência de várias conchas nas quais essas queimas ocorrem.

Nas estrelas que apresentam massa superiores a $10M_{\text{Sol}}$, esse número de camadas é ainda maior e as mesmas ficam distribuídas em volta do núcleo de ferro, já que esse elemento é o último que pode ser produzido por meio de processos de fusão nuclear. A

figura 10 apresenta um desenho esquemático das diversas etapas de queima nuclear até a produção do ferro.

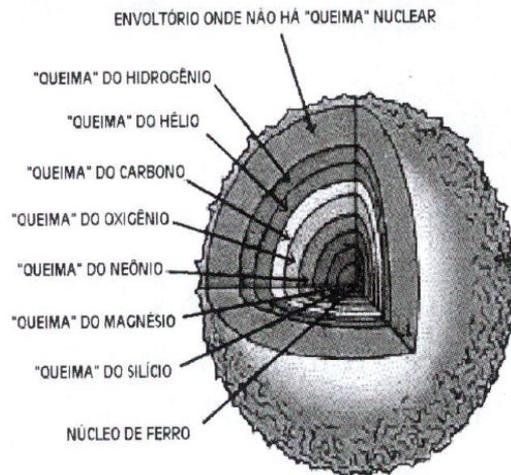


Figura 10: Ciclos de queima nuclear até a produção de Ferro (Arany-Prado,2006)

O último elemento que pode ser produzido através de processos de fusão nuclear é o ferro, já que para que ocorra a fusão nuclear desse elemento é necessário que haja absorção de energia ao invés de liberação da mesma, que serve de combustível para a estrela. Com isso, a estrela entra em colapso e a pressão no centro é tão grande que os prótons interagem com os elétrons gerando nêutrons e liberando neutrinos, ou seja, os prótons são transformados em nêutrons e a estrela passa ter um excesso de nêutrons, sendo denominadas de estrelas de nêutrons. Esses neutrinos recém produzidos aliados a diminuição da quantidade de elétrons fazem com que haja uma diminuição na pressão e conseqüente aumento na contração da estrela. A estrela entra em colapso, no qual suas camadas externas “caem” sobre o seu núcleo. Esse processo provoca uma explosão extremamente violenta expelindo as camadas mais externas que é capaz de provocar a formação dos elementos mais pesados encontrados na natureza. Com a explosão, esses elementos são expelidos para o meio interestelar, enriquecendo o mesmo e surgindo uma nebulosa tal como a da figura 11.

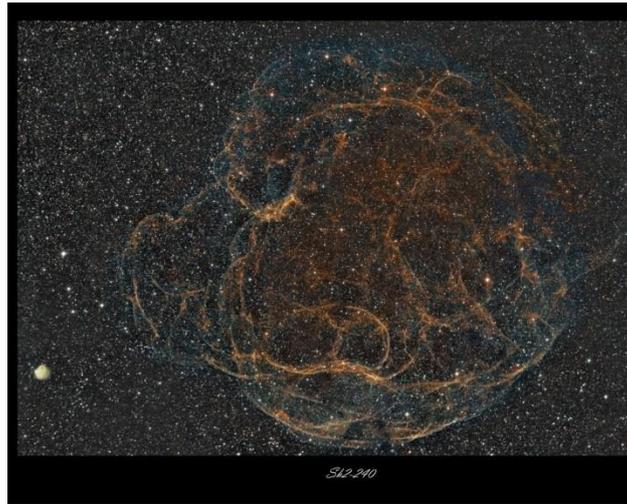


Figura 11 : Imagem de uma nebulosa remanescente de Supernova

Fonte: J-P Metsävainio (Astro Anarchy)

Uma estrela de massa entre 10 e $20M_{\text{Sol}}$ que teve seu núcleo estelar implodido, deixará como remanescente de sua vida uma estrela de nêutrons, uma vez que há a transformação de prótons em nêutrons, o que contribui para a contração do núcleo. Ao ser atingido uma densidade de cerca de 10^{14}g/cm^3 (equivalente à densidade resultante da concentração do morro do Corcovado, no volume de um pequeno dado), os nêutrons, prótons, elétrons e núcleos de elementos mais pesados são “dissolvidos” em uma mistura degenerada de nêutrons, o que é capaz de interromper o processo de contração. O desenho esquemático de uma estrela de nêutrons é apresentada na figura 12.

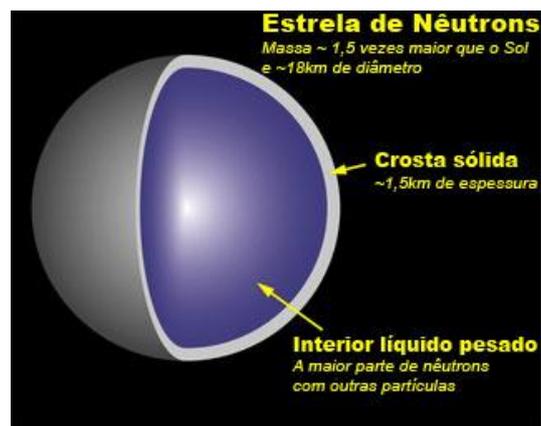


Figura 12: Desenho esquemático de uma estrela de nêutrons

Fonte: pt.wikipedia.org

Uma estrela de nêutrons é o miolo da estrela, com massa entre $1,4$ e $3M_{\text{Sol}}$ formada em sua maior parte por nêutrons, que entrou colapso gravitacional e que, como seu diâmetro diminuiu enormemente, ela passa a girar com uma velocidade incrivelmente alta. O campo magnético que antes estava distribuído em uma área muito maior, passa a ficar concentrado em uma pequena área com um diâmetro de aproximadamente 10 km. Uma estrela de nêutrons com alta velocidade de rotação e forte campo magnético é chamada de *pulsar*. Nesse corpo celeste, a alta rotação induz a um forte campo elétrico que faz com que as cargas elétricas sejam arrancadas da superfície e passam a espiralar nas linhas do campo magnético. Os elétrons são então acelerados, emitindo radiação eletromagnética, chamada de radiação síncrotron (ver figura 13).

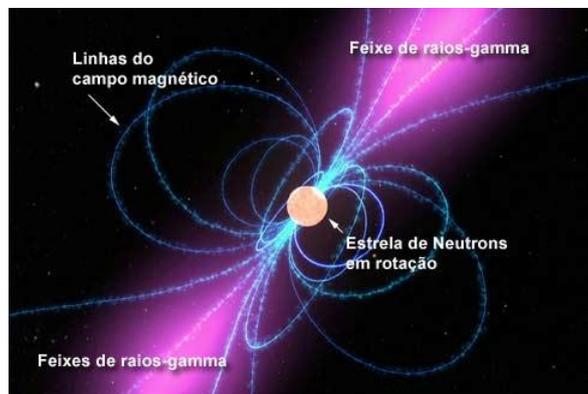


Figura 13: Desenho esquemático de um pulsar

Fonte: apolo11.com

Estrelas de alta massa (acima de 20 ou $25 M_{\text{Sol}}$ na ocasião de seu nascimento) possuem no final da vida um núcleo estelar colapsado por ação da autogravidade com massa maior que o limite de massa superior anteriormente definido para uma estrela de nêutrons. O colapso é tão intenso que nem mesmo a luz é capaz de escapar. Esse corpo celeste é conhecido como buraco negro e o estudo do mesmo é realizado a partir da teoria da relatividade geral, criada por Albert Einstein em 1915. Na figura 14 pode ser vista uma figura da evolução de estrela com diferentes massas.

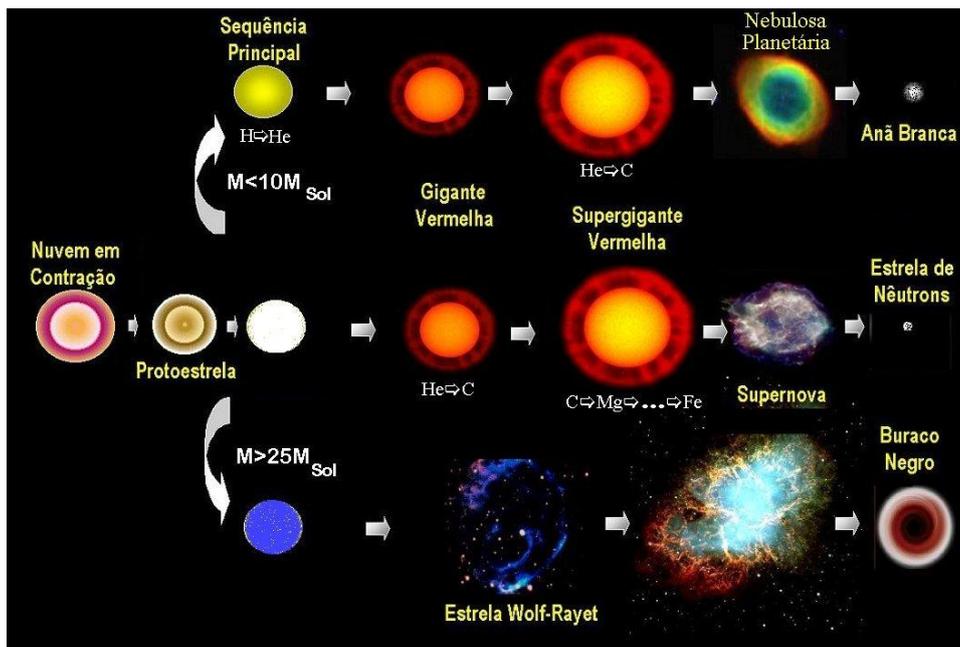


Figura 14: Evolução das estrelas de acordo com sua massa

Fonte: teacherdeniseselmo.wordpress.com

2.2.6 DIAGRAMA DE HERTZPRUNG-RUSSEL

No início do século XX dois astrônomos, o dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967) e o americano Henry Norris Russel (1877-1957), perceberam independentemente, que havia uma ordenação ao ser colocado dados de várias estrelas em um gráfico luminosidade versus temperatura. Nesse gráfico, que ficou conhecido como Diagrama de Hertzsprung-Russell e posteriormente de Diagrama HR, cada estrela é representada por um ponto (Oliveira Filho, 2000).

Na abscissa desse gráfico temos a associação à temperatura ou cor da estrela enquanto que na ordenada temos a representação associada à luminosidade. A convenção adotada pelos astrônomos é de que a temperatura cresce para a esquerda enquanto que a luminosidade cresce para cima. O diagrama pode ser observado na figura 15).

Os dois parâmetros utilizados no Diagrama HR (luminosidade e temperatura superficial) são características que podem ser facilmente determinadas para estrelas de distâncias conhecidas: a luminosidade pode ser encontrada a partir da magnitude

aparente da estrela enquanto que a temperatura é obtida a partir de sua cor ou classe espectral.

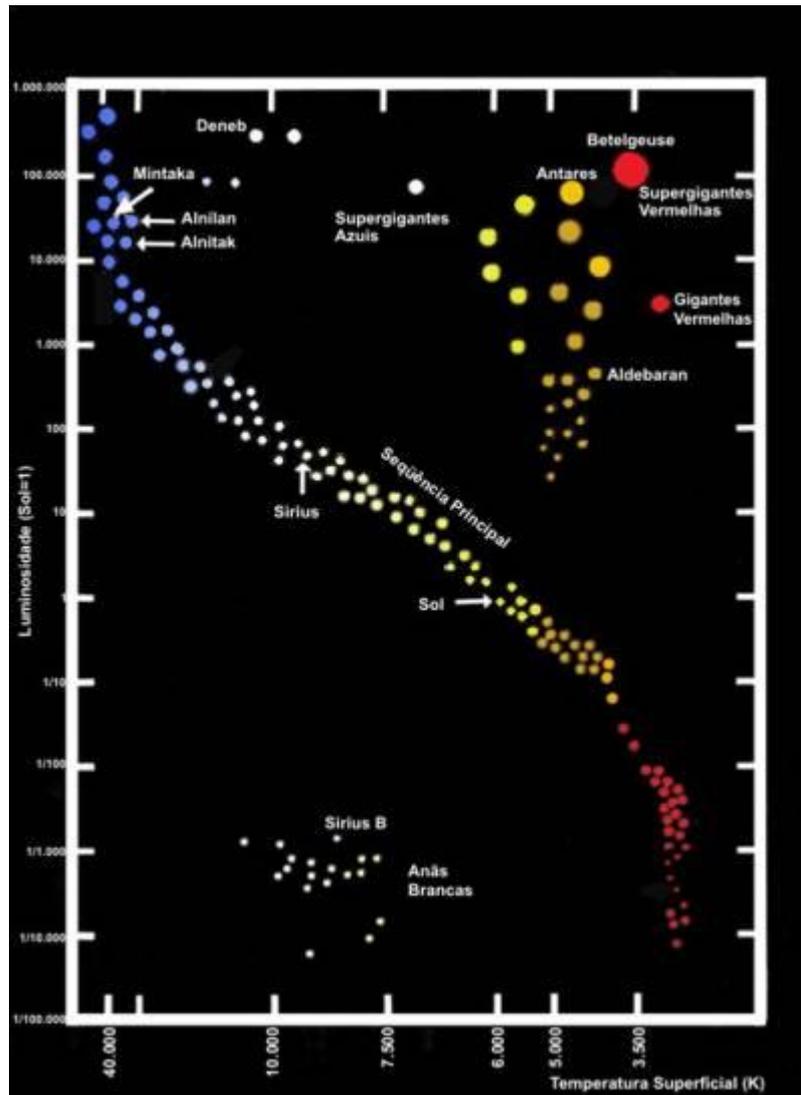


Figura 15: Diagrama de Hertzsprung-Russell: mostra a relação matemática entre a luminosidade e a temperatura de superfície das estrelas.

Fonte: portalsaofrancisco.com.br

A maior parte das estrelas vizinhas ao Sol encontra-se, nesse gráfico, em uma faixa denominada sequência principal, o que nos remete ao fato anteriormente citado que a maior parte das estrelas passa a maior parte do seu tempo de vida queimando hidrogênio em hélio.

Com o fim do hidrogênio disponível no núcleo estelar, as estrelas mudam sua localização na sequência principal. Isso justifica o fato de haver um alargamento na distribuição das estrelas existentes na sequência principal. Como o tempo de vida humana é muito curto quando comparada à das estrelas, não somos capazes de observar tal mudança na localização mas sim conseguimos notar que várias estrelas, na sequência principal, encontram-se em diferentes estágios de queima do hidrogênio.

Analisando o diagrama com atenção pode-se observar ainda a existência de uma segunda região que abrange uma grande quantidade de estrelas. Trata-se das gigantes vermelhas, o que nos remete ao fato de que grande parte das estrelas chegam a esse estágio evolutivo, no qual ocorre a queima de hélio. Somente as estrelas de alta massa situam-se no ramo das supergigantes. Quanto maior a massa estelar, mais rápida é a evolução em cada fase.

A figura 16 fornece uma pequena Tabela de Nuclídeos que consiste em um diagrama número atômico (Z) versus número de nêutrons (N), no qual tais parâmetros só atingem o valor máximo de 15 cada um. Na tabela, cada retângulo representa um possível núcleo atômico ou nuclídeo.

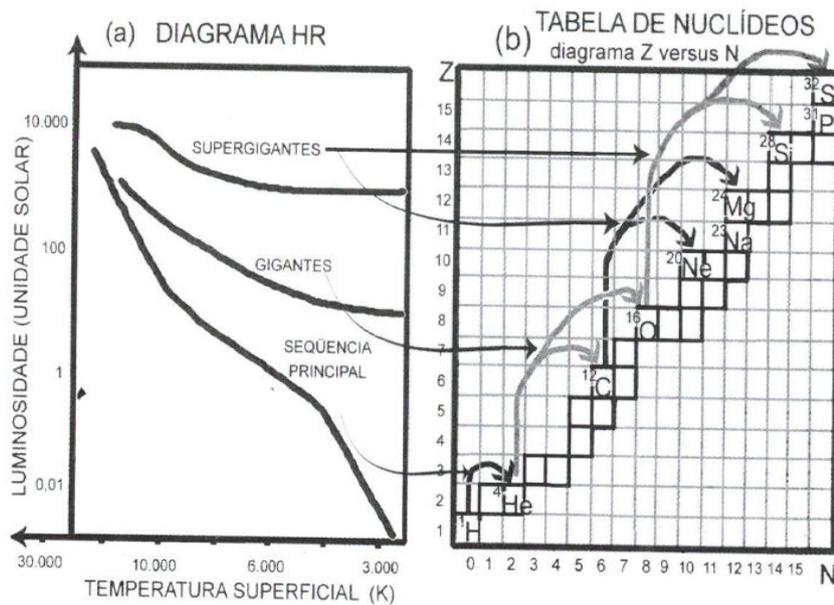


Figura 16

a) Diagrama HR

b) Tabela de Nuclídeos (Arany-Prado,2006)

Baseada na análise desses 2 gráficos pode-se fazer associações do tipo:

- Sequência principal é o local no diagrama no qual as estrelas realizam a queima de hidrogênio produzindo hélio;
- Região das gigantes vermelhas é o local no qual ocorre a queima de hélio em carbono e oxigênio;
- Algumas supergigantes podem ser associadas a queima de carbono, produzindo o neônio e magnésio, entre outros e ainda a queima do oxigênio produzindo dentre outros silício e enxofre.

O Diagrama HR fornece informações preciosas para os cientistas ao observar todos os tipos de estrelas em diferentes trajetórias evolutivas possíveis. Isso permite, conjuntamente com as teorias físicas, informar sobre a vida de uma dada estrela de interesse. Através desse diagrama foi possível contornar o óbvio problema de como os astrônomos seriam capazes de estudar a vida de uma estrela se o tempo de vida humano destinado a essa tarefa é de cerca de 50 anos enquanto que o objeto de estudo é capaz de viver milhões de anos (Arany-Prado, 2006).

2.3. ASTROQUÍMICA

2.3.1 BREVE HISTÓRICO DA ASTROQUÍMICA

O estudo da composição química do universo é algo recente na história da Astronomia. Willian Herschel (1738 – 1822) foi o primeiro a imaginar que o material brilhante que constitui as nebulosas poderia ser devido a elementos químicos existentes na Terra, especialmente em sua atmosfera. Em meados do século XIX, Huggins comparou o espectro observado de oito nebulosas planetárias com o espectro de átomos existentes na atmosfera da Terra, como oxigênio, nitrogênio e hidrogênio.

No início do século XX, moléculas diatômicas, tais como CH, CN e CH⁺, foram detectadas nos espectros de objetos observados na faixa de comprimentos de onda do visível.

O surgimento da Radioastronomia na década de 50 foi fundamental para uma melhor compreensão da química interestelar. Em 1963, uma equipe de pesquisadores identificou OH na direção do centro galáctico, através de ondas de rádio em transições de baixa energia. Em 1970, astrônomos detectaram uma grande quantidade de CO na Nebulosa de Orion. Na década de setenta, muitas moléculas tais como: NH₃, H₂O e H₂CO foram detectadas. Devido a um esforço conjunto entre dos físicos e químicos teóricos e experimentais definindo as energias das transições na faixa radio e os astrônomos observavam usando radiotelescópios (Figura 17) com novas tecnologias.



Figura 17: Radiotelescópio de 7 metros no Observatório de Jodrell Bank (Universidade de Manchester – Reino Unido)

Fonte: pt.euhou.net

Atualmente, moléculas cada vez mais complexas, como o fulereno, têm sido detectadas em diversas regiões do espaço.

2.3.2 COMO AS MOLÉCULAS SÃO OBSERVADAS NO ESPAÇO

As moléculas existentes no espaço são capazes de emitir sua radiação em diversos comprimentos de onda do espectro eletromagnético.

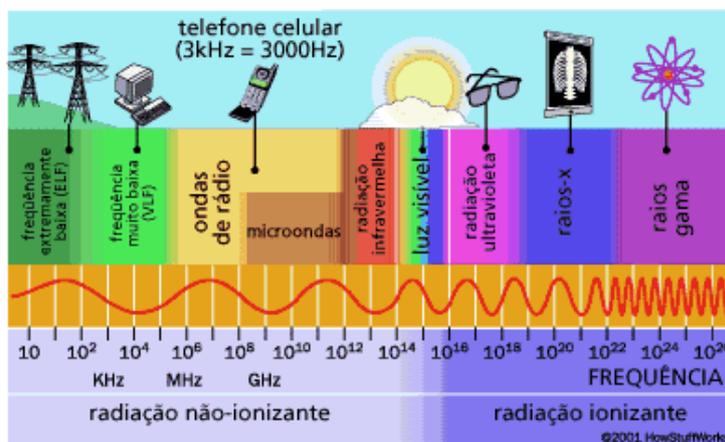


Figura 18: Espectro Eletromagnético

Fonte: ocaduceu.com.br

Na faixa da luz visível, região do espectro eletromagnético cuja radiação pode ser detectada pelo olho humano e que abrange os comprimentos de onda entre 700 e 400 nanômetros (ver figura 18), foram detectadas as moléculas de CN e CH.

Com o advento da radioastronomia foram possíveis de serem detectadas na faixa de ondas de rádio (comprimentos de onda de milímetros a centímetros), moléculas como a água (H₂O) e a amônia (NH₃).

Na faixa do infravermelho (comprimentos de onda de 1 milímetro a 700 nanômetros), os telescópios espaciais como o Observatório Espacial no Infravermelho ISO (que já saiu de operação), o Spitzer e telescópio Herschel (que recentemente entrou em operação) tem proporcionado um grande avanço para a astroquímica. e têm sido possível a detecção de muitas moléculas no espaço. Em julho de 2010, através do Spitzer, astrônomos detectaram a existência de fulereno em uma nebulosa planetária (Cami, Jan, 2010). A estrutura do Fulereno é composta por 60 átomos de carbono em um arranjo tridimensional e pode ser vista na figura 19.

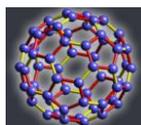


Figura 19 : Estrutura do Fulereno

Fonte: fisicamoderna.blog.uol.com.br

A tabela apresentada a seguir mostra uma lista das moléculas já detectadas no espaço.

Número de átomos	Moléculas detectadas
2	H ₂ , OH, SO, SO ⁺ , SiO, SiS, NO, NS, HCl, NaCl, KCl, AlCl, AlF, PN, SiN, NH, CH, CH ⁺ , CN, CO, CS, C ₂ , SiC, CP, CO ⁺ , HF
3	H ₂ O, H ₂ S, SO ₂ , HN ₂ ⁺ , HNO, SiH ₂ , NH ₂ , H ₃ ⁺ , N ₂ O, HCO, HCO ⁺ , OCS, CCH, HCS ⁺ , CCO, CCS, C ₃ , MgNC, NaCN, CH ₂ , MgCN, HOC ⁺ , HCN, HNC, SiCN, KCN
4	NH ₃ , H ₃ O ⁺ , H ₂ CO, H ₂ CS, HNCO, HNCS, CCCN, HCO ₃ ⁺ , CCCH, CCCO, HCCH, HCNH ⁺ , HCCN, H ₂ CN, CH ₃
5	SiH ₄ , CH ₄ , CHOOH, HCCCN, CH ₂ NH, C ₅ , SiC ₄ , H ₂ CCC, HCCNC, HNCCC, H ₃ CO ⁺
6	CH ₃ OH, NH ₂ CHO, CH ₃ CN, CH ₃ NC, CH ₃ SH, C ₅ H, HC ₂ CHO, CH ₂ CH ₂ , H ₂ CCCC, HC ₃ NH ⁺ , C ₅ N, C ₅ S
7	CH ₃ CHO, CH ₃ NH ₂ , CH ₃ CCH, CH ₂ CHCN, HC ₄ CN, C ₆ H,
8	CH ₃ CO ₂ H, HCO ₂ CH ₃ , CH ₃ C ₂ CN, C ₇ H, H ₂ C ₆
9	CH ₃ CH ₂ OH, (CH ₃) ₂ O, CH ₃ CH ₂ CN, H(C=C) ₃ CN, H(C=C) ₂ CH ₃ , C ₈ H
10	CH ₃ COCH ₃ , CH ₃ (C=C) ₆
11	H(C=C) ₄ CN
12	C ₆ H ₆
13	H(C=C) ₅ CN

Tabela 1: Lista de moléculas de detectadas no espaço.

(Adaptado de Ehrenfreund P., 2002.)

2.3.3 RELAÇÃO ENTRE MOLÉCULAS DETECTADAS E REGIÃO DO ESPAÇO ONDE AS MESMAS FORAM OBSERVADAS.

Muitas moléculas já foram detectadas em diferentes regiões do espaço. A tabela a seguir apresenta algumas dessas importantes moléculas associadas ao local onde as mesmas foram detectadas e ainda a sua presença em nosso planeta.

Molécula	Locais de detecção	Onde está presente na Terra
Água	Marte, nebulosas planetárias, etc.	Constituinte básico da vida.
Ácido Fórmico	Cometa Hale-Bopp e protoestrelas	Nas abelhas, formigas, urtiga, pinheiro e em alguns frutos.
Metano	Nos planetas Júpiter, Marte, Saturno, Urano e Netuno; Cometa Halley	Nos vulcões, pântanos e detritos orgânicos
Ácido Acético	Regiões de formação de estrelas, como Nebulosa de Orion	Vinagre
Fulereo	Nebulosas Planetárias	forma mais estável do Carbono
Glicina	Nuvens Moleculares	Aminoácido existente em proteínas dos seres vivos.

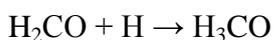
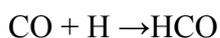
Tabela 2: Relação de Moléculas detectadas, local de detecção e onde está presente na Terra

2.3.4 FORMAÇÃO E DESTRUIÇÃO DE MOLÉCULAS

A abundância de uma dada molécula em um ambiente astronômico depende da taxa de formação e da taxa de destruição.

2.3.4.1 FORMAÇÃO DE MOLÉCULAS

As moléculas podem ser formadas, por exemplo, pela hidrogenação (Shaw, 2006). Como o átomo de hidrogênio é o mais abundante, o monóxido de carbono, CO, é uma das moléculas mais abundantes no espaço, sucessivas reações com o H até formar moléculas maiores:



O benzeno (C₆H₆) pode ser formado por polimerização do acetileno (C₂H₂)

2.3.4.2 DESTRUIÇÃO DE MOLÉCULAS

Moléculas podem ser destruídas pelo processo de dissociação molecular devido à interação da radiação de uma estrela com as moléculas



2.3.5 SIMULAÇÕES EM LABORATÓRIO DA FORMAÇÃO E DESTRUIÇÃO DE MOLÉCULAS.

A fim de reproduzir a radiação existente no espaço e determinar quais moléculas são formadas e destruídas em determinada região do espaço, os cientistas realizam experimentos em laboratório.

O laboratório brasileiro mais usado pelos pesquisadores de Astroquímica é o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), localizado em Campinas, SP.

A radiação Síncrotron é gerada por elétrons relativísticos (velocidades próximas a velocidade da luz) espiralando em campo magnético utilizando magnetos. A radiação é emitida em uma ampla faixa comprimentos de onda, que vai do infravermelho até o raios-X-duro, sendo necessária a seleção da exata faixa de radiação em que se deseja realizar o experimento.

Quando um feixe de raios X incide em uma molécula, origina uma interação com os constituintes atômicos da mesma a partir de três processos principais: absorção (absorve a radiação), ionização (arranca elétrons da molécula) e dissociação (quebra a molécula)

A Radiação Síncrotron foi descoberta em 1940 e desde então se tornou uma excelente fonte de raios X, possuindo grandes aplicações em Medicina, Biologia, Física, Engenharias, Astroquímica, entre outros.

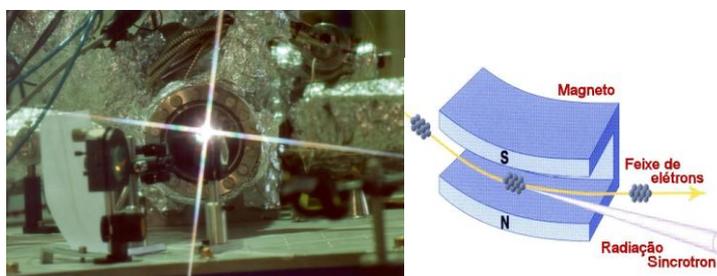


Figura 20: Radiação Síncrotron

Fonte: fotonblog.com

3. ENQUADRAMENTO DO TEMA ASTROQUÍMICA À LUZ DOS PARÂMTEROS CURRICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO.

O desenvolvimento científico-tecnológico exerce uma grande influência sobre nossa vida, nossas concepções de tempo e espaço, bem como nossas relações sociais, econômicas e políticas. Dessa forma, a formação de um cidadão autônomo, capaz de compreender tais avanços, julgar e tomar decisões faz parte dos objetivos do Ensino Médio.

O aprendizado de Química no ensino médio "[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas".

(PCNEM, 1999)

Os PCNEM ressaltam ainda a utilização da contextualização aliada a interdisciplinaridade no ensino a fim de viabilizar o desenvolvimento do aluno do Ensino Médio.

3.1 IMPORTÂNCIA DA ASTROQUÍMICA NO CONTEXTO PEDAGÓGICO.

Um grande número de pessoas associa a Química a uma ciência responsável por fenômenos maléficos, como: poluição ambiental, agrotóxicos efeito estufa, armas nucleares, entre outros. (Meireles, M. , 2006)

Ainda segundo Meireles, os professores são os grandes responsáveis por desmitificar tais ideias e favorecer a associação da Química a muitos aspectos que contribuem para uma maior qualidade de vida da população, como: criação de medicamentos mais eficientes, produção de pesticidas e fertilizantes agrícolas, maior produção de alimentos, desenvolvimento de novas fontes de energia, desenvolvimento da indústria de cosméticos, entre outros.

Outra informação importante que a maior parte dos estudantes não é capaz de reconhecer é a grande relação entre a Química, a origem e formação do Universo, origem da vida e desenvolvimento das espécies.

Sendo assim, a Astroquímica pode ser uma grande facilitadora da contextualização e interdisciplinaridade que é amplamente mencionada nos PCNEM. Esse tema será capaz de proporcionar aos estudantes uma maior compreensão da natureza e da maneira como se constitui tudo que existe, o que favorecerá a formação de um cidadão mais consciente e com maior capacidade de argumentação de temáticas relevantes não só no contexto científico como também social.

Essa recente área da Química (ou da Astronomia) poderá propiciar ao estudante do Ensino Médio o reconhecimento do impacto do conhecimento físico e químico na sociedade. O estudo da origem e evolução do Universo poderá fornecer ao aluno a diferenciação entre conhecimento ou explicação científica e conhecimento ou explicação não científica. (Meireles, M, 2006)

A abordagem da Astroquímica na escola seria capaz de oferecer uma cronologia do Universo, desde o Big Bang, passando pelas reações nucleares que ocorrem nas estrelas, as quais são formadas por hidrogênio e que por sua vez é o elemento mais abundante do Universo.

A evolução estelar pode ainda ser discutida de modo mais intenso, relatando o ciclo de vida estelar, que compreende: nascimento, evolução e morte das mesmas, e a conseqüente formação dos elementos químicos que se inicia nos mais leves, que aos poucos vão sendo capazes de dar origem a outros elementos químicos mais pesados. Daí é possível explicar a abundância dos elementos químicos e o fato de o hidrogênio ser o mais abundante no Universo.

Essa abordagem cronológica pode ser capaz de fornecer aos alunos uma consciência maior sobre o imenso Universo o qual ele faz parte e como este evoluiu até os dias de hoje.

Ainda fazendo uso da temática dos elementos químicos, os estudantes poderão ser capazes de reconhecer quanto tempo e quantas teorias foram propostas até que chegássemos ao modelo atômico proposto hoje e o quão valioso é a evolução do conhecimento científico para a humanidade.

É válido ressaltar ainda que a Astroquímica favorece uma boa articulação entre diversas áreas da Ciência, como:

- a Física, através do reconhecimento da importância de suas Leis para explicar os fenômenos que acontecem em nossa vida e o quão importante essa ciência é no estudo do Universo;

- a Matemática, que é a ferramenta fundamental para o desenvolvimento e compreensão do que ocorre no mundo macro e microscópico;
- a Biologia, através da percepção de que ocorre a formação de moléculas cada vez mais complexas até a formação das chamadas moléculas precursoras da vida em nosso planeta, que são responsáveis pelo nosso estabelecimento na Terra.

Outra finalidade da utilização dessa temática nas escolas é o reconhecimento da imensidão do universo, sobretudo do fato de que o homem é apenas um habitante de um pequeno planeta que orbita uma estrela que por sua vez faz parte de uma galáxia que é composta por milhões de outras estrelas e que a Via Láctea é apenas uma dentre as muitas galáxias que compõem o Universo. Dessa forma, faz-se necessário a utilização de novas unidades de distância, temperatura e tempo, que estão distantes da nossa realidade cotidiana, mas que fazem parte de algo mais amplo que é o Universo do qual também fazemos parte.

3.2 ANÁLISE DO CONHECIMENTO DE ASTRONOMIA/ASTROQUÍMICA DOS ALUNOS DE ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DE UM QUESTIONÁRIO.

Com o intuito de analisar o conhecimento dos alunos sobre o assunto Astroquímica e ainda avaliar a capacidade que os mesmos possuem em articular diferentes áreas do conhecimento com a Química, criou-se um questionário que foi respondido por cerca de 200 alunos de escolas de Ensino Médio das redes pública e particular do estado do Rio de Janeiro. O questionário contém oito perguntas, sendo uma discursiva e sete objetivas. Não houve pretensões de fazer uma análise mais aprofundada desse questionário, uma vez que esse não é o objetivo central desse trabalho. Portanto, não houve separação entre as avaliações feitas em escolas públicas e privadas ou nas diferentes séries de ensino médio. O objetivo foi apenas obter um levantamento acerca do conhecimento de alunos de ensino médio sobre o tema.

A primeira pergunta visa reconhecer no estudante a capacidade de compreender o fato de que a Química está diretamente ligada à outras áreas do conhecimento, como: Matemática, Física e Biologia. À essa pergunta, 86.2% dos alunos responderam que sim, há uma relação entre as três áreas do conhecimento anteriormente citadas e a Química.

A segunda pergunta permite identificar se os alunos do Ensino Médio reconhecem o fato de que a origem do Universo nos remete também a origem dos elementos químicos, e conseqüentemente à Química. Responderam que a origem do universo tem alguma relação com a Química 51,7% dos alunos questionados.

A terceira pergunta busca reconhecer nos alunos o conhecimento de que o elemento mais abundante do universo é o mais simples de todos, aquela com o menor número de prótons. Dos alunos questionados, 44,8% responderam que o hidrogênio é o elemento mais abundante do Universo, enquanto que 34,4% responderam ser o oxigênio e 20,8% afirmaram ser o carbono o elemento químico mais abundante.

A quarta pergunta visa perceber se os alunos possuem conhecimento do fato de que os elementos químicos foram e continuam sendo produzidos no interior das estrelas, um conhecimento valioso para a compreensão da cronologia do Universo e formação da Terra. Dos alunos questionados, 89,6% responderam que os elementos químicos não são formados, eles sempre existiram; enquanto nenhum dos estudantes respondeu que os elementos químicos são produzidos nas estrelas.

A quinta pergunta, discursiva, questiona acerca do Big Bang. Dos alunos abordados, 79,3 % responderam tratar-se “de uma explosão que deu origem ao Universo”, sendo algumas respostas mais sofisticadas como: “É a teoria mais aceita pelos cientistas para explicar a formação do Universo” e outras mais simples, como: “Uma grande explosão que aconteceu no Universo”.

A sexta pergunta visa identificar se os alunos são capazes de perceber a importância do estudo da Química para a humanidade, reconhecendo o fato de que a mesma traz benefícios para a sociedade. Reconheceram os benefícios da Química, 89,6% dos alunos participantes.

A sétima pergunta do questionário consiste em um conhecimento sobre estrelas (“Você acha que as estrelas possuem um ciclo de vida: nascem, evoluem e morrem?”) que permite a compreensão de formação de elementos químicos cada vez mais pesados, o que é válido ainda para o entendimento da abundância dos elementos químicos no Universo. À essa pergunta, 37,9% responderam que as estrelas possuem um ciclo de vida.

A última pergunta busca analisar se os alunos são capazes de mensurar o tamanho da nossa Galáxia através do número de estrelas que a mesma apresenta. Responderam corretamente que a Galáxia possui bilhões de estrelas 96,5% dos alunos.

A análise das respostas encontradas nesse questionário permite concluir que há, na maioria dos alunos, um reconhecimento de que existe uma interligação entre as diversas áreas do conhecimento. Portanto, cabe ao professor estreitar essas relações e trabalhar temáticas interdisciplinares em suas aulas.

Por outro lado observou-se que os alunos conhecem pouco sobre a origem dos elementos químicos e a relação disso com a evolução do Universo. Essa temática poderia ser mais desenvolvida em sala de aula, não com uma aula de Astronomia ou Evolução Estelar, mas pelo menos com a menção de que esses assuntos estão diretamente ligados à produção e abundância de elementos químicos.

4. PROPOSTAS DE UTILIZAÇÃO DA ASTROQUÍMICA NAS AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO.

Assuntos em que a Astroquímica pode ser abordada no ensino de Química:

4.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS: MATÉRIA E ENERGIA (O SOL)

Na introdução dos conceitos fundamentais de Química a abordagem deve ser ampla com o intuito de que o aluno seja capaz de compreender que o estudo da Química não é algo isolado e alheio ao seu dia a dia. Com isso, é válido o professor mencionar que a matéria que pode ser encontrada em corpos celestes como estrelas, planetas e asteróides é a mesma com a qual lidamos todos os dias.

Ao ser trabalhado o conceito de energia é válido ainda mencionar a principal fonte de energia para a existência de vida em nosso planeta: a energia solar. Daí pode-se fazer breves comentários sobre o Sol, suas características e sua semelhança com outras estrelas do universo.

A seguir são listadas algumas características da nossa estrela que podem ser apresentadas aos alunos, além de assuntos ligados a mesma que podem ser trabalhados em sala de aula:

Massa	$1,989 \cdot 10^{30} \text{kg}$
Raio	$695500 \text{km} = 109 R_{\text{Terra}}$
Temperatura média à superfície	6000°C
Idade	4,5 bilhões de anos
Distância ¹	$1 \text{UA} = 149.600.000 \text{km}$
Composição Química	Hidrogênio = 91,2 %
	Hélio = 8,7%
	Oxigênio = 0,078 %
	Carbono = 0,043 %

Tabela 3: Informações Relevantes sobre o Sol

¹ Uma das unidades de distância utilizadas em astronomia é a Unidade Astronômica(UA) que corresponde à distância da Terra ao Sol.

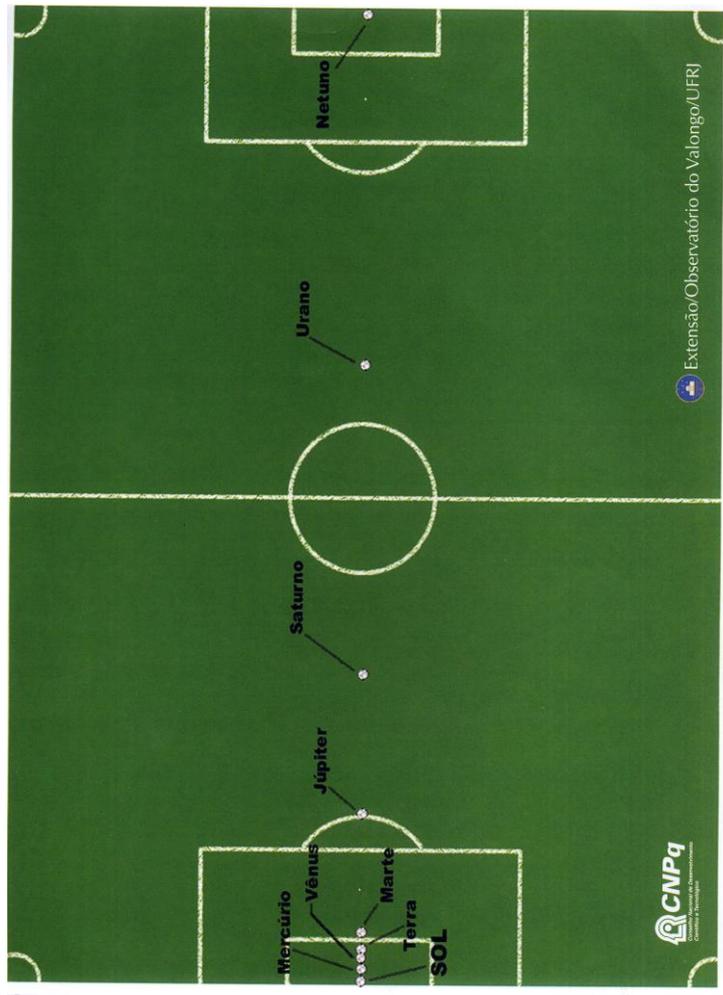


Figura 21: Imagem da dimensão do Sistema Solar comparado a um campo de futebol.

Fonte: Extensão/ Observatório do Valongo(UFRJ)

O Sol é o maior objeto existente no nosso Sistema Solar, contendo 99.85% da massa total do Sistema Solar. A energia solar é gerada em seu núcleo, onde a temperatura atinge até 15.000.000°C e a pressão é tão intensa que ocorrem reações nucleares. Essas reações transformam quatro prótons ou núcleos de hidrogênio em um átomo de hélio (partícula alfa):



- *Radiação Solar*

A radiação é a propagação de energia através de ondas ou partículas. Qualquer corpo é capaz de emitir radiação, desde que seja fornecida ao mesmo uma quantidade de calor suficiente.

A radiação emitida pelo Sol atinge a atmosfera da Terra, que funciona como uma proteção permitindo que apenas 25% da radiação atinja a superfície do nosso planeta sem nenhuma interferência da atmosfera.

O Efeito Estufa também ocorre de maneira muito intensa no planeta Vênus. Este planeta apresenta em sua composição atmosférica uma grande quantidade de gás carbônico, o que acarreta tal efeito que faz com que esse planeta seja o mais quente do Sistema Solar (com temperatura de cerca 460°C no equador), apesar de Mercúrio ser na maior parte do tempo o mais próximo do Sol.

Os raios ultravioletas (UV) emitidos pelo Sol podem ser classificados de acordo com o comprimento de onda. Podem ser do tipo UV-A(320-400nm), UV-B(280 a 320nm) e UV-C.

Os raios UV-A causam câncer de pele a quem se expõe ao mesmo nos horários de maior incidência por muito tempo. Esse tipo de radiação tem aumentado a incidência de câncer de pele no Brasil, onde a população de cor de pele clara atinge 50% do país.

Os raios UV-B estão aumentando sua incidência sobre o nosso planeta, uma vez que a camada de ozônio está sendo destruída e a mesma serve como uma proteção contra esse tipo de radiação. Um aumento da incidência de raios UV-C também pode ser observado e é válido ressaltar o fato de este ser ainda mais carcinogênico que os raios UV-B. Daí a importância do uso de filtros solares durante a exposição constante ao Sol.

4.2 A ORIGEM DOS ELEMENTOS QUÍMICOS: O BIG BANG

Ao introduzir o assunto *elemento químico* nas aulas iniciais de Química do Ensino Médio, é válido mencionar que os elementos químicos foram criados a partir do Big Bang. É importante ressaltar ainda que apenas os elementos químicos mais leves foram produzidos nessa “explosão”, como pode ser visto nos itens 2.1 e 2.2. Os demais elementos foram produzidos no interior das estrelas que nasceram após o Big Bang.. Essas informações permitem aos alunos compreender que os elementos químicos não existiram desde sempre, mas que foram produzidos em algum momento da formação do Universo. Isso dá uma ideia de escala cronológica que a maioria dos estudantes não possui e que é fundamental para o estudo de ciências.

4.3 A DESCOBERTA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS: A TABELA PERIÓDICA.

Ao explicitar os diferentes elementos químicos que existem, é válido mencionar que os mais leves foram inicialmente produzidos no Big Bang e os demais no interior das estrelas através do processo de fusão nuclear, e que esse fenômeno continua ocorrendo ininterruptamente. É importante mencionar ainda que há uma cronologia de formação dos elementos químicos, que se inicia com o mais simples de todos: o hidrogênio e vai aumentando de complexidade até os elementos mais pesados, como o ferro.

À partir do que foi anteriormente abordado, o aluno pode ser questionado ainda sobre o elemento químico mais abundante no Universo.

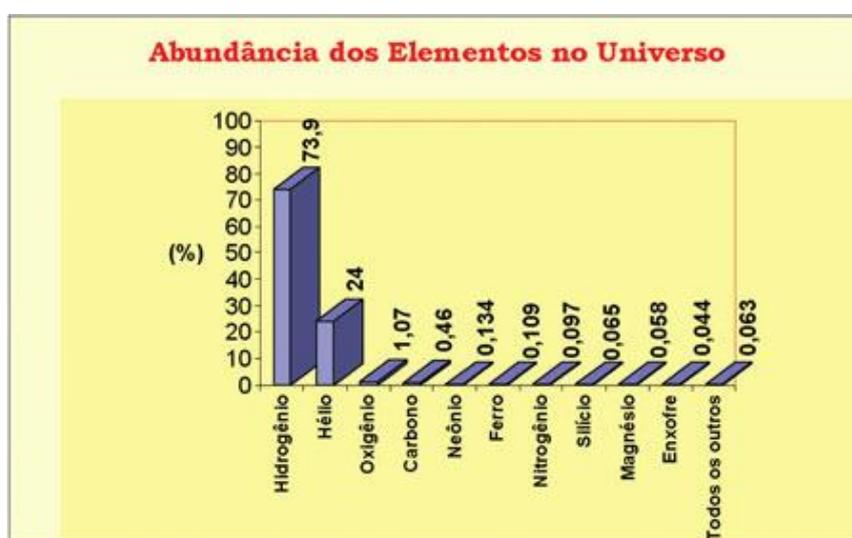


Figura 22: Abundância dos Elementos Químicos no Universo

4.4 RADIOATIVIDADE

Ao ser abordado o conceito de Fusão Nuclear, é válido ressaltar o fato de que as estrelas, inclusive o Sol, são reatores nucleares, e que nelas acontecem processos de fusão nuclear que originam os elementos químicos cada vez mais complexos. Esse processo pode ser visto na figura 7 anteriormente apresentada.

4.5 CURIOSIDADES: O QUE O MUNDO LUCROU COM A PESQUISA ESPACIAL.

Em 1958 foi criada a NASA (Agencia Espacial Americana). O seu propósito inicial ia além da idéia de exploração do espaço. A Lei do Espaço que foi assinada pelo então presidente Dwight Eisenhower (1953-1961) estabelecia que as pesquisas e avanços deveriam favorecer toda a população. O mundo alcançou grandes avanços devido à exploração espacial. Na lista que segue é possível verificar os benefícios que a pesquisa espacial trouxe para a humanidade, especialmente na área da Química.

4.5.1 ESPUMA DE POLIURETANO DE ALTA RESISTÊNCIA

A espuma Tempur, encontrada em várias marcas de colchões, travesseiros e almofadas foi desenvolvida originalmente para voos espaciais e, mais tarde, para uso doméstico. O plástico de silício-poliuretânico de célula aberta (espuma de poliuretano de alta resistência), que ficou conhecido como espuma espacial, foi criado para uso nos assentos das espaçonaves da Nasa com a finalidade de diminuir o impacto durante os pousos.

Os médicos podem moldar a espuma para suportar pacientes, enquanto reduzem a pressão de certas partes do corpo para evitar escaras, por exemplo. Algumas empresas também integraram a espuma Tempur a próteses de braços e pernas, porque ela tem a mesma aparência e comportamento da pele, diminuindo a fricção entre a prótese e as juntas.

4.5.2 DETECTOR DE FUMAÇA

Os astronautas precisavam saber se um incêndio havia começado ou se gases venenosos estavam sendo liberados dentro do veículo espacial. Em parceria com a Honeywell Corporation, a Nasa inventou o primeiro detector de fumaça ajustável com diferentes níveis de sensibilidade para prevenir falsos alarmes.

O primeiro dispositivo a chegar ao mercado é chamado de detector de fumaça por ionização. Isso quer dizer que ele usa um elemento radioativo chamado amerício-241 para localizar fumaça ou gases tóxicos. Quando partículas de ar limpo entram no

detector de fumaça, o amerício-241 os ioniza, o que cria uma corrente elétrica. Se partículas externas entram no detector, ele quebra aquela interação, disparando o alarme.

4.5.3 FILTROS DE ÁGUA

Os astronautas precisavam de uma maneira de limpar a água que eles levavam para o espaço, já que bactérias e doenças seria altamente problemáticas. A tecnologia de filtrar água já existia desde o começo dos anos 50, mas a Nasa queria saber como limpar a água em situações mais extremas e mantê-la limpa por períodos mais longos de tempo.

Se observarmos a água filtrada, poderá detectar pequenos blocos de carvão vegetal dentro dela. Às vezes, quando você usa um filtro de água pela primeira vez, você até percebe pequenos flocos desses blocos. Esse carvão é especialmente ativado e contém íons de prata que neutralizam patógenos na água. Além de matar as bactérias na água, os filtros previnem o crescimento de mais bactérias. As empresas emprestaram essa tecnologia espacial para nos trazer os sistemas de água filtrada usados por milhões de pessoas em todo o mundo.

4.5.4 GERAÇÃO DE IMAGENS MÉDICAS

A Nasa desenvolveu meios de processar os sinais que vinham das naves espaciais para produzir imagens mais claras. Essa tecnologia também permite produzir imagens fotográficas de nossos órgãos, como as vistas em uma ressonância magnética ou em uma tomografia computadorizada.

4.5.5 ROUPA DE BOMBEIRO

Os trajes usados pelos bombeiros para combater incêndios são feitos de um tecido resistente ao fogo desenvolvido para uso em roupas espaciais.

5. CONCLUSÃO

O estudo da origem do Universo, formação dos primeiros elementos químicos e moléculas mais simples pode ser um recurso a ser utilizado no ensino de Química a fim de proporcionar aos alunos uma cronologia que dê mais sentido àquilo que é estudado. O conhecimento de que aqueles elementos químicos que foram criados durante e após o Big Bang são os mesmos que encontramos em nossa Tabela Periódica, bem como na vida cotidiana pode ser um motivação para o ensino de química.

Não se propõe nesse trabalho que seja criado, no ensino médio, um capítulo destinado ao ensino de Astroquímica ou Evolução Estelar, mas sim a utilização desses assuntos na discussão em sala de aula durante a apresentação de alguns tópicos, para que os alunos possam ter a consciência de que as mesmas reações químicas que ocorrem no espaço ocorrem também no nosso planeta. É válido mencionar ainda que os alunos conhecem pouco sobre a forma como são produzidos os elementos químicos. Esse fato pode ser observado através das respostas obtidas no questionário aplicado aos alunos de ensino médio

Mais que uma mera memorização e aplicação de fórmulas, a proposta do ensino médio regida pelos PCNEM é a formação de cidadãos, capazes de compreender e refletir sobre o mundo que os cerca. O estudo de Química é capaz de ser, nesse sentido, um grande instrumento de reflexão e debate.

6. BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, J.P. & SLATER, T.F. “**Astronomy in the National Science Education Standards**”, Journal of Geoscience Education, 2000. 48(1), 39, 2000.
- ARANY-PRADO, LILIA IRMELI. **À luz das estrelas: ciência através da Astronomia**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006
- BOECHAT-ROBERTY, H. M., PILLING, S., SANTOS, A. C. F. **Destruction of formic acid by soft X-rays in star-forming regions**. Astronomy & Astrophysics (Berlin), França, v. 438, n. 3, p. 915-922, 2005
- BOECHAT-ROBERTY, H. M. ; FERNANDES, M. B. ; LUCAS, C. A. ; ROCCO, MARIA LUIZA ; SOUZA, GERALDO GERSON BEZERRA DE. **The Interstellar Extinction Curve and the Polycyclic Aromatic Hydrocarbon**. In: XXIIa Reunião Anual da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), 1995, Caxambu - MG. Proceedings of the XXIIth Meeting of the Brazilian Astronomical Society. São Paulo : Instituto Astronômico e Geofísico - USP, 1995. p. 127-132.
- EHRENFREUND P., Planetary and Space Science, 2002.
- HOHBERG, P.F. ; BOECHAT-ROBERTY, H. M. ; PILLING, SERGIO ; SANTOS, ANTONIO CARLOS FONTES DOS. **Moléculas em Nebulosas Planetárias**. In: XXXIII Reunião da SAB, 2007, Passo Quatro. Boletim da XXXIII Reunião da SAB. São Paulo, 2007. v. 27. p. 260-260.
- MACIEL, W.J. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: IAG/USP, 1991.
- MEIRELES, M. **Criação, Implementação e Avaliação de Recursos Digitais para o Ensino de Astroquímica**, Portugal, 2006.
- OLIVEIRA FILHO, K. S. e SARAIVA, M.F.O **Astronomia e Astrofísica**, Editora da Universidade/UFRGS, 2000.
- PCNEM. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.
- Reid, J. S. *Cosmology 4 – The Big Bang, the genesis of the Universe, the origin of the microwave background* - The University, Aberdeen [on-line] <http://www.abdn.ac.uk/physics/px2512/cosmol4notes.pdf> disponível em 18-10-2005.
- RUSSEL, J. B. **Química Geral**, São Paulo, Editora Mc Graw-Hill do Brasil, 1994.

- SHAW, ANDREW M. **Astrochemistry: From Astronomy to Astrobiology**. Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd, 2006.
- USBERCO, JOÃO. SALVADOR, EDGARD. **Química**. São Paulo: Editora Saraiva, 1999.
- VOLLHARDT, K. PETER C, SCHORE, NEIL E. **Química Orgânica**. Bookman Companhia, 2004.
- WINICK, H., DONIACH, S. **Synchrotron radiation research**. New York: Plenum Press, 1980. 754p.
- <http://astro.if.ufrgs.br>, acessado em julho de 2009.
- <http://www.astro.iag.usp.br/~maciel/teaching/artigos/pds.html>, acessado em outubro de 2010.
- <http://www.cdcc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/venus.html>, acessado em agosto de 2010.
- http://www.ccvalg.pt/astrologia/noticias/2010/07/27_fulerenos.htm, acessado em outubro de 2010.
- <http://ciencia.hsw.uol.com.br/10-tecnologias-nasa11.htm>, acessado em outubro de 2010.
- <http://www.clubedeastronomia.com.br/nasa.php>, acessado em outubro de 2010.
- http://emanreis.no.sapo.pt/docs/comunicacao_astroquimica.pdf, acessado em julho de 2009.
- <http://engenharianasaude.wordpress.com/2009/07/19/pesquisas-e-invencoes-espaciais-aplicadas-na-area-da-saude/>, acessado em outubro de 2010.
- http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Astronomia/Investigacion/astroquimica.htm, acessado em agosto de 2010.
- <http://www.inep.gov.br/pesquisa/thesaurus/thesaurus.asp?te1=122175&te2=37535>, acessado em agosto de 2010.
- <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/origem/quizzes/index.html>, acessado em outubro de 2010.
- http://www.portaldoastronomo.org/tema_pag.php?id=7&pag=1, acessado em agosto de 2010.

- <http://www.sas.upenn.edu/~caramboc/HistoryofAstrochemistry.html>, acessado em agosto de 2010.
- <http://www.solarviews.com/portug/solarsys.htm>, acessado em setembro de 2010.
- <http://www.3rd1000.com/chronology/chrono26.htm>, acessado em agosto de 2010.

7. ANEXOS

Anexo 1: Questionário apresentado aos alunos de Ensino Médio

1-Você acha que a Química tem alguma relação com: Matemática, Física e Biologia?

- a)sim
- b)não
- c)talvez

2-Você acha que a origem do Universo tem alguma relação com a Química?

- a)sim
- b) não
- c) talvez

3- Qual é o elemento químico que existe em maior quantidade no universo?

- a)carbono
- b)oxigênio
- c)hidrogênio

4-Onde são formados os elementos químicos?

- a) nos reatores nucleares
- b)nas estrelas
- c)eles não são formados, eles sempre existiram

5- O que é o Big Bang?

6- O estudo da Química traz algum benefício para a humanidade?

- a)sim
- b)não
- c)talvez

7-Você acha que as estrelas têm um ciclo de vida: nascem, evoluem e morrem?

- a)sim
- b) não
- c) talvez

8- Quantas estrelas você acha que existem em nossa Galáxia?

a)100

b) 1000

c) bilhões