

Redação selecionada e publicada pela Olimpíada de Química – OQSP-2019

http://allchemistry.iq.usp.br/oqsp/OQSP-2019-1-Tabela_Periodica-Claudia_Franzin

Autora: **Claudia Fernanda Franzin**

Série: primeira (2018) do Ensino Médio

Profs.: Alexandre Aparecido Vicente, Daniela Cristina Barsotti

Colégio: Puríssimo Coração de Maria, Rio Claro, SP

A tabela periódica e o mundo mágico dos tijolos do universo

*“O **sódio** é mole como a cera...; reage rapidamente com a água onde flutua (um metal que flutua!), dançando freneticamente e liberando hidrogênio”.*

*“O **potássio** é irmão gêmeo do sódio, como disse, mas reage com o ar e a água até com maior energia: é sabido de todos (eu também sabia) que em contato com a água não só libera hidrogênio, mas também se inflama”.*

*“Pus água num béquer, dissolvi na água um pouco de sal...; liguei os pólos da pilha...; da ponta dos fios subia uma minúscula procissão de **pequenas bolhas**: observando... via-se que do **cátodo escapava aproximadamente o dobro de gás (H₂)** que do ânodo...; Ergui com cuidado o vidro do cátodo e, mantendo-o emborcado, acendi um fósforo...; **Deu-se uma explosão, pequena mas seca e irada, o vidro estilhaçou...**”.*

*O Sistema Periódico¹
Primo Levi (1919-1987)*

Sódio, potássio e hidrogênio são alguns elementos químicos cujo químico e escritor judeu-italiano Primo Levi em seu livro, O Sistema Periódico¹, descreve com esmero e encanto algumas de suas propriedades físicas e químicas associadas a histórias de sua vida como ao período em que ficou preso no campo de concentração de Auschwitz, durante a 2ª guerra mundial, de onde foi resgatado milagrosamente com vida em janeiro de 1945 pelo exército vermelho (soviético).² Mas, antes dessa obra ser escrita e de nossa tabela chegar aos 118 elementos químicos atuais, lá por volta dos anos de 1870, eram conhecidos apenas 63 elementos e com muitas de suas propriedades químicas e físicas já bem determinadas. Já se tinha o conhecimento dos estados físicos (sólido, líquido e gasoso) dessas substâncias a temperatura ambiente, seus pontos de fusão e de ebulição, densidade, etc. Já se classificava as substâncias químicas em ácidas ou básicas, em metálicas ou não-metálicas, salificáveis ou terrosas, em simples ou compostas, porém, não se havia encontrado ainda uma lógica que organizasse todos esses elementos e que a partir dela pudessemos fazer previsões e dar explicações sobre as propriedades da matéria.^{3,4}

Depois de inúmeras tentativas feitas por químicos como Johann Döbereiner (1780-1849), Alexandre-Émile de Chancourtois (1820–1886), John Newlands (1837–1889), finalmente se encontrou uma organização lógica dos elementos químicos por trabalhos independentes do alemão Julius Lothar Meyer (1830–1895) e do químico russo Dmitri Mendeleev (1834-1907).⁵ Antes de destacar seus trabalhos, não podemos esquecer de que a descoberta da Lei Periódica dos elementos químicos não foi fruto do acaso e nem construída de forma linear e tampouco por um único cientista, mas sim, a partir da contribuição de muitos deles como Robert Boyle (1627-1691), Lavoisier (1743-1794), Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) e muitos outros, que experimentalmente isolaram, identificaram e caracterizaram fisicamente e quimicamente os diversos elementos químicos permitindo assim o estabelecimento de relações entre os mesmos que culminou na descoberta da Lei Periódica.^{5,6}

A Lei Periódica dos elementos químicos e sua representação gráfica como aquilo que conhecemos como tabela periódica foi descoberta quase que simultaneamente por Meyer e por Mendeleev. Segundo a referência bibliográfica identificada pelo número 4, Meyer chegou em 1868, a uma classificação periódica dos 52 elementos químicos organizados em 15 colunas. No entanto, seu trabalho somente foi publicado em

1870, depois da publicação da tabela periódica por Dmitri Mendeleev em 1869. Apesar das tabelas apresentarem muitas semelhanças na sua organização, a tabela de Mendeleev foi mais aceita pela comunidade científica, por isso a mais conhecida e difundida até os dias atuais por dois motivos fundamentais: primeiro, o fato de ter sido publicada antes dos trabalhos de Meyer, e segundo, por fazer previsões a respeito de elementos que seriam descobertos posteriormente.^{5,6} O próprio Mendeleev deixou espaços vazios em sua tabela que seriam nos anos seguintes preenchidos com a descoberta de novos elementos químicos e com propriedades bem semelhantes àquelas preditas por ele. Como Mendeleev conseguiu essa proeza? É o que veremos a seguir.^{5,6}

Para registro, o próprio Mendeleev relatou que a Lei Periódica foi desvendada por meio de um sonho, isto é, exaurido após tanto trabalhar na busca de se encontrar uma forma lógica para organizar os elementos químicos, Mendeleev adormeceu, e, por meio de um sonho viu a tabela periódica com a ordem correta dos elementos químicos. A seguir, com lápis e papel nas mãos colocou todos os elementos na ordem apresentada. A Lei Periódica pode ser definida assim: “quando os elementos químicos são dispostos em ordem crescente de suas massas atômicas, os elementos com propriedades químicas semelhantes aparecem na mesma coluna vertical denominadas de famílias ou grupos”.³

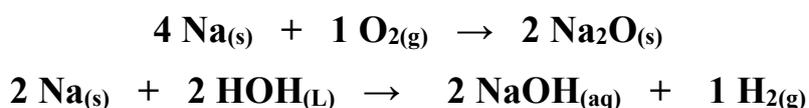
Como sabemos a tabela de Mendeleev não era perfeita e continha alguns erros. No entanto, não o suficiente para arranhar ou desmerecer seu trabalho e seu mérito. Atualmente sabemos que a tabela apresenta os elementos químicos em ordem crescente de seus números atômicos e não de suas massas. Essa alteração foi sem dúvida, a mais importante feita por Henry Moseley (1887-1915), a partir de trabalhos de determinação do número atômico de cada elemento por espectroscopia de raios-X.⁵

Então, para que serve a tabela periódica? Que informações podemos conseguir dela? Por que ela é um instrumento tão importante para os químicos?

A resposta de forma simples e direta é: para tudo! Todas! Venha descobrir! A partir da localização do elemento na tabela periódica (período e família) podemos explicar e fazer previsões no que diz respeito às suas propriedades químicas e físicas; podemos fazer previsões no que diz respeito a sua associação (ligação) com elementos de outras famílias; se o elemento tem tendência de ganhar ou de perder elétrons e assim o tipo de ligação que irá preferencialmente fazer... Se, é um metal ou ametal, enfim, uma infinidade de informações que destacaremos a seguir.

Para enfatizar as características dos elementos da família 1A vamos apelar às informações descritas no livro O Sistema Periódico de Primo Levi¹ e no vídeo da referência 6, que diz o seguinte: “O sódio é um metal degenerado; É realmente um metal apenas no sentido químico da palavra, não naturalmente na linguagem cotidiana. Não é rígido nem elástico, é bastante suave (mole) como a cera; não é brilhante, ou melhor, é apenas quando é mantido com o cuidado extremo, porque de outro modo reage em poucos instantes com o oxigênio do ar, cobrindo-se com uma casca feia e grosseira. Com velocidade ainda maior reage com água, na qual flutua (um metal que flutua!), dançando freneticamente e liberando hidrogênio”.

Realmente, os elementos da família dos metais alcalinos (1A) são classificados como metais, isto é, elementos que tem tendência de perder elétrons para se tornarem cátions e de formarem compostos com outros elementos (hidrogênio e ametais) por meio de ligações iônicas. No entanto, não apresentam o mesmo brilho, a mesma maleabilidade, a mesma ductibilidade, a mesma dureza, ou os elevados pontos de fusão e de ebulição dos elementos metálicos típicos tais como cobre, ferro, alumínio etc. São moles! (Moles como a cera!) Tão moles que podem ser cortados com a faca. Apresentam também grande reatividade com o oxigênio do ar e com a água. Em relação ao ar, reagem como oxigênio para formar óxidos de fórmula geral R₂O (Li₂O, Na₂O, K₂O, etc.).^{7,8} Dessa forma, seu brilho é literalmente (e rapidamente) encoberto pela camada de óxido formada. Em relação ao seu comportamento químico com a água reagem instantaneamente formando gás hidrogênio. Por serem menos denso do que a água flutuam e se movimentam rapidamente com o impulso provocado pela liberação do gás hidrogênio (um metal que flutua! Dançando freneticamente e soltando hidrogênio).^{7,8} As reações descritas acima são as seguintes:



Da mesma forma, tais reações também se repetem para os demais elementos da família. Eis aí o que chamamos de periodicidade química! No entanto, com potássio é muito mais vigorosa com liberação de

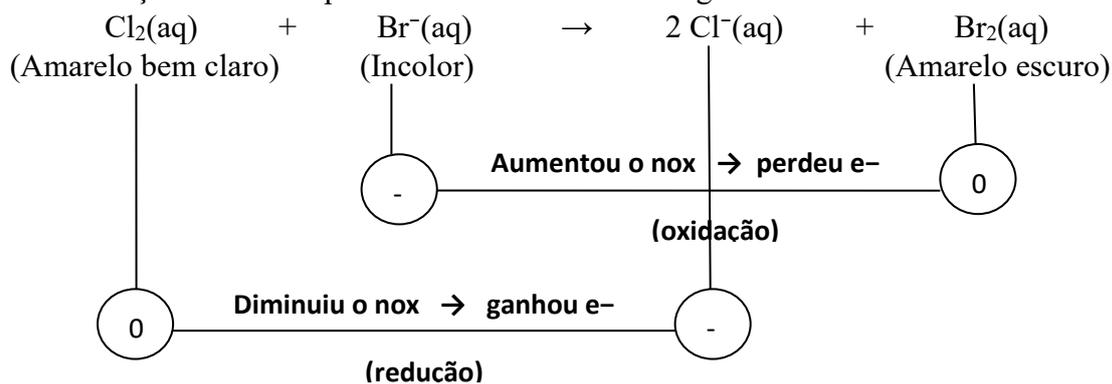
muito calor o que incendia o gás hidrogênio como observado por Primo Levi e nos experimentos das referências 7 e 8: *“O potássio é irmão gêmeo do sódio, como disse, mas reage com o ar e a água até com maior energia: é sabido de todos (eu também sabia) que em contato com a água não só libera hidrogênio, mas também se inflama”*. A reação do gás hidrogênio com o gás oxigênio do ar seguida de violenta explosão (*“Deu-se uma explosão, pequena mas seca e irada, o vidro estilhaçou...”*) pode ser equacionada assim:



Já com o rubídio e o césio, as reações são tão vigorosas que destruíram os recipientes das experiências.^{7,8} Também podemos estabelecer que dentre eles a reatividade diminui na seguinte ordem: Cs > Rb > K > Na > Li. Isso significa que de todos eles, o césio é o metal alcalino que apresenta maior reatividade e que também deveria apresentar a maior tendência para perder elétrons (sofrer oxidação). No entanto, medidas dos potenciais de oxidação mostram que o lítio apresenta o maior potencial de oxidação de todos eles (+3,04V) e o césio um dos menores (+2,91V). Essa inversão indica que outros fatores devem afetar o potencial. Uma coisa é certa, todos são muito reativos e tem tendência para perder elétrons.⁹

Outros elementos interessantes da tabela periódica são os elementos da família 7A (halogênios) que foram investigados nos vídeos 10 e 11 da referência bibliográfica. A partir deles podemos observar por meio de várias reações químicas a reatividade desses elementos além de outras propriedades como a cor, o estado físico etc. As reações foram feitas entre os ânions cloreto (Cl⁻), brometo (Br⁻) e iodeto (I⁻) na forma de soluções aquosas com as substâncias moleculares cloro (Cl₂), Bromo (Br₂) e iodo (I₂) também dissolvidas em água. Soluções dos mesmos elementos não foram colocadas para reagir, pois não há afinidade química, portanto, não há razão para ocorrer à reação.

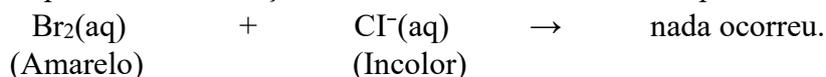
As observações macroscópicas observadas foram às seguintes:



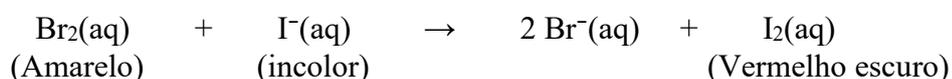
Houve reação química a qual pode ser verificada pela mudança de cor e a formação de bromo molecular. O nox do cloro molecular passou de zero para -1, sofrendo redução (agente oxidante). O ânion brometo, por sua vez, sofreu oxidação, constatado pelo aumento do nox de -1 para zero, logo é o agente redutor. Portanto, podemos concluir que o potencial de redução do cloro é maior do que o do bromo.



Houve reação química a qual pode ser verificada pela mudança de cor e a formação de iodo molecular. O nox do cloro molecular passou de zero para -1, sofrendo redução (agente oxidante). O ânion iodeto por sua vez, sofreu oxidação, constatado pelo aumento de seu nox de -1 para zero (agente redutor). Portanto, podemos concluir que o potencial de redução do cloro é maior também do que o do iodo.



Nesse caso não houve mudança de cor, portanto não houve reação química. Isso significa que o bromo é menos reativo que o cloro, ou ainda, seu potencial de redução é menor do que o do cloro.



Houve reação química a qual pode ser verificada pela mudança de cor e a formação de iodo molecular. O nox do bromo molecular passou de zero para -1, sofrendo redução (agente oxidante). O ânion iodeto por sua vez, sofreu oxidação, constatado pelo aumento de seu nox de -1 para zero (agente redutor). Portanto, podemos concluir que o potencial de redução do bromo é maior do que o do iodo.

Já as reações a seguir entre o iodo (I_2) e os ânions cloreto (Cl^-) e brometo (Br^-) não ocorreram. Nesse caso não houve mudança de cor, na verdade, apenas uma pequena diminuição da intensidade da cor de vermelho escuro para o vermelho um pouco mais claro, devido à diluição com as soluções levemente amarelada de cloreto e incolor de iodeto.

Os dados das experiências acima podem ser colocados numa tabela indicando no caso do sinal +, que houve reação, e no caso do sinal – que não houve.

Reação entre:	$Cl^-(aq)$	$Br^-(aq)$	$I^-(aq)$
$Cl_2(aq)$	-----	+	+
$Br_2(aq)$	–	-----	+
$I_2(aq)$	–	–	-----

Dessa forma, podemos estabelecer entre esses três elementos a capacidade de reagir (reatividade para não metais) em função dos seus potenciais de redução, os quais decrescem na seguinte ordem: $Cl_2 > Br_2 > I_2$. Tais valores estão em concordância com os potenciais de redução medidos experimentalmente para esses elementos que são respectivamente, 1,36 V, 1,09 V e 0,54 volts. Apesar das reações do flúor com os demais elementos da sua família não ter sido apresentada no vídeo 10 da referência, a sua reatividade deve, mais uma vez, utilizando-se das propriedades periódicas, ser maior do que a de todos eles. E isso é comprovado pelos valores medidos experimentalmente do potencial de redução do flúor que é de 2,87 volts e das suas reações com brometo e iodeto apresentada no vídeo 11 da referência bibliográfica. Dessa forma, a ordem completa seria: $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$.

Outras conclusões importantes que podemos tirar de tais experimentos é de que os elementos da família dos halogênios (7A), diferentemente dos elementos da família dos alcalinos (1A), querem ganhar elétrons (sofrer redução). No entanto, ambos são muitos reativos!

Dessa forma, quando colocamos ambos em contato, esperamos a ocorrência de uma reação química instantaneamente, e é exatamente isso o que acontece. Há uma reação entre ambos com a formação de íons, isto é, de um composto iônico, formado pelo cátion proveniente do metal alcalino (perdeu elétrons) e por um ânion proveniente do halogênio (ganhou elétrons). Tal composto é classificado na química como um sal inorgânico. Isso foi perfeitamente constatado nas experiências assistidas nos vídeos 11 e 12 da referência bibliográfica. A reação ocorre de forma bem vigorosa, mostrando a alta afinidade química entre esses elementos e com a formação, no caso da reação entre o gás cloro e o sódio metálico, do cloreto de sódio (sal de cozinha) que ficou impregnado por todo o frasco (sólido branco) e com a liberação de muita luz. Mais uma vez, essa propriedade química se repete para a reação entre todos os elementos dessas duas famílias.
11,12

Como visto a tabela periódica é um instrumento fundamental na medida em que nos permite fazer previsões e dar explicações para as diferentes propriedades físicas e químicas apresentadas pelos elementos químicos os quais vem compor o que poderíamos classificar de os “tijolos do universo”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. El sistema periódico. Primo Levi. <http://www.librosmaravillosos.com/elsistemaperiodico/index.html>
2. Primo Levi. https://pt.wikipedia.org/wiki/Primo_Levi
3. História da tabela periódica. https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_tabela_peri%C3%B3dica
4. Tabela Periódica. https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_peri%C3%B3dica
5. Análise da abordagem histórica para a tabela periódica em livros de química geral para o ensino superior usados no Brasil no século XX. Leite, Helena. S. A. e Porto, Paulo. A. Química Nova. Vol. 38. No 4. 580-587. 2015. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422015000400580&script=sci_abstract&tlng=pt
6. Breve percurso das descobertas dos elementos químicos. Merçon, F. Revista eletrônica do vestibular. Ano 5, no 15, 2012. Seção Artigos. 28/08/2013. http://www.revista.vestibular.uerj.br/artigo/artigo-pdf.php?seq_artigo=29

7. Metais alcalinos. http://sohciencias.blogspot.com/2010/02/metais-alcalinos_22.html
8. Metais alcalinos. <https://www.youtube.com/watch?v=FCZrT7IrmhA>
9. Atkins, P. e Jones, L. Princípios de Química. Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3ª Edição. Artmed Editora S.A. 2006.
10. Investigando os halogênios. <https://www.youtube.com/watch?v=26glRtNGw-w>
11. Canal Fala Química. <https://pt-br.facebook.com/falaQuimica/videos/o-fant%C3%A1stico-grupo-dos-halog%C3%AAnios/10150354321272759/>
12. Reação de sódio metálico e gás cloro. <https://www.youtube.com/watch?v=3qXnLT5-wvg>
13. Reação de gás cloro e sódio metálico. <https://www.youtube.com/watch?v=A6GX-W7cHxg>