

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

http://allchemy.iq.usp.br/oqsp/OQSP-2019-2-Tabela_Periodica-Lucas_Alves

Autor: **Lucas Arada Alves**

Série: segunda (2018) do Ensino Médio

Profs.: Abel Scupeliti Artilheiro

Colégio Agostiniano São José, São Paulo, SP

Tabela Periódica dos Elementos: comparação experimental das propriedades periódicas

Reatividade dos Halogênios na Tabela Periódica

Um dos principais marcos da Química foi a elaboração da Tabela Periódica: a organização de todos os elementos químicos conhecidos, em grupos e períodos, dispostos em ordem crescente de número atômico com a finalidade de agrupá-los de acordo com as características que se repetem periodicamente. Entretanto, a tabela passou por diversas transformações para chegar próxima de sua estrutura atual.

O brilhante cientista que mais contribuiu para a formação da tabela foi Dmitri Mendeleev. Em fevereiro de 1869, o cientista descobriu que as características de muitos elementos químicos se repetiam periodicamente, caso fossem organizados em ordem crescente de massa atômica. A pesar disso, alguns elementos quando organizados dessa maneira não obedeciam a essa periodicidade, como é o caso do Telúrio e do Iodo. Contudo, o cientista Henry Moseley esclareceu melhor que o motivo para elementos como o Telúrio e o Iodo estarem em colunas que não as representavam é que os elementos deveriam ser dispostos em ordem crescente de seu número atômico. Dessa forma, a Tabela Periódica se concretizou e espaços em branco foram preenchidos com a descoberta de novos elementos químicos no decorrer do tempo, essa foi a genialidade de Mendeleev.¹

O décimo sétimo grupo da Tabela Periódica contém elementos químicos que estão presentes em todos os períodos da Tabela, com exceção do primeiro, sendo formado por Flúor (F), Cloro (Cl), Bromo (Br), Iodo (I), Astató (At) e Tenesso (Ts), respectivamente, todos classificados como ametais (o Ts ainda não foi classificado pois ainda está em estudo). Portanto, são péssimos condutores elétricos e térmicos, sólidos quebradiços, sendo assim, nem maleáveis nem dúcteis, extremamente eletronegativos e possuem altas energias de ionização, assim como, baixos pontos de fusão e ebulição².

1 Royal Society of Chemistry, *Development of the Periodic Table*. Disponível em: <<http://www.rsc.org/periodic-table/history/about>>. Acesso em 17 de Outubro de 2018.

2 Helmenstine, Anne Marie, *Nonmetals Definition and Properties*. Disponível em: <<https://www.thoughtco.com/nonmetals-definition-and-properties-606659>>. Acesso em 19 de Outubro de 2018.

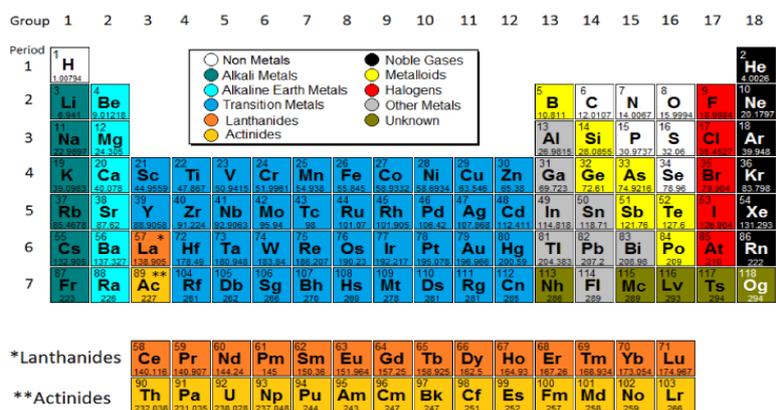
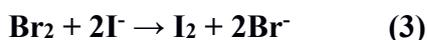
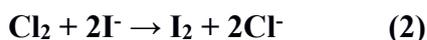


Figura 2: Tabela Periódica com destaque nos halogênios em vermelho (exceto o Tenesso – em classificação).³

Outra característica dos elementos químicos do grupo dos halogênios são os variados números de oxidação que podem apresentar, apesar de normalmente apresentarem os números -1 e 0 (o primeiro na forma de íons e o segundo como substância simples). Quando estão ligados a um elemento mais eletronegativo como o Oxigênio, podem apresentar outros números de oxidação, como +1, +3, +5 e +7, com exceção do Flúor que ao se associar com o Oxigênio permanece como número de oxidação -1 por ser mais eletronegativo que o mesmo.

Com a finalidade de analisar melhor as características periódicas dos halogênios, uma comunidade virtual de professores, alunos e entusiastas da ciência, chamada Pontociência, realizou um experimento no qual os elementos Cloro, Bromo e Iodo são misturados com todos os seus respectivos ânions: cloreto (Cl^-), brometo (Br^-) e iodeto (I^-).⁴ Durante o processo da realização da experiência, é possível notar com clareza, pela mudança de coloração da solução, que apenas as misturas de cloro com brometo, cloro com iodeto e bromo com iodeto sofreram reações, representadas abaixo pelas respectivas equações químicas.



A partir dos resultados obtidos, é possível observar que o Cloro tem maior tendência a receber elétrons (sofrer redução) que os outros elementos, ou seja, atua como agente oxidante (tende a oxidar a outra espécie), uma vez que reagiu com ambos os íons brometo e iodeto para oxidá-los. Em seguida, o Bromo, dentre os três, é o segundo agente com maior poder de oxidação, pois reage somente com o iodeto e sofre redução. Por fim, o Iodo é o agente oxidante menos potente dentre os três, isso se deve ao fato do mesmo apresentar o maior raio dentre todos estudados e, portanto, menor valor de eletronegatividade.

³ Model Science Software, *Periodic Table*. Disponível em: <<https://www.modelscience.com/PeriodicTable.html>>. Acesso em 1 de Novembro de 2018.

⁴ Pontociência, *Investigando os Halogênios*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=26glRtNGw-w>>. Acesso em 19 de Outubro de 2018.



Figura 1: Cena retirada do vídeo sobre o experimento citado: reação entre Brometo e Cloro.

O Cloro é encontrado na natureza como molécula diatômica na forma de gás amarelo esverdeado na CATP (Condições Ambientais de Temperatura e Pressão) ou como o seu ânion cloreto na composição do sal de mares, como NaCl principalmente⁵. Esse elemento possui uma alta eletronegatividade, ou seja, exerce uma enorme força de atração sobre elétrons, livres ou não, de outros elementos químicos (como ocorre no experimento). Isso se deve ao fato da configuração da camada de valência do átomo ser $3s^23p^5$ e, portanto, necessitar apenas de um único elétron para obter a estabilidade atômica similar à de um gás nobre. Como consequência, possui uma alta energia de ionização, o que significa que para retirar um elétron do átomo no estado fundamental é necessária uma grande quantidade de energia. Além disso, dentre os elementos participantes do experimento, o Cloro é o que apresenta menor raio atômico (dentre os halogênios apenas o flúor apresenta raio menor que o Cloro), portanto o núcleo desse elemento exerce maior atração sobre os elétrons da camada de valência de outro elemento, retirando-os para si, como mostram as equações químicas 1 e 2.

O segundo elemento com maior poder de oxidar outras espécies, dentre os três, é o Bromo. Esse ametal é encontrado principalmente na forma de íons brometo solubilizado em águas de oceanos ou na forma de sais insolúveis, como o brometo de prata. Na forma de substância simples (Br_2), o bromo é líquido à temperatura e pressão ambiente. O Bromo é o quinto elemento de maior eletronegatividade e apresenta configuração da camada de valência $4s^24p^5$ (assim como toda família, possui os mesmos orbitais preenchidos), dessa forma, apresenta também uma alta energia de ionização⁶.

O Iodo, último elemento analisado no experimento, é encontrado na forma de íons iodeto (I^-) solubilizados na água do mar ou em outros compostos, porém, pode ser encontrado como substância simples (I_2) artificialmente na forma de cristais de coloração cinza que ao sofrerem sublimação

5 Encyclopædia Britannica, *Chlorine*. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/chlorine/Physical-and-chemical-properties>>. Acesso em 22 de Outubro de 2018.

6 Encyclopædia Britannica, *Bromine*. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/bromine>>. Acesso em 24 de Outubro de 2018.

adquirem uma coloração violeta.⁷ Por estar presente no grupo dos halogênios, apresenta diversas características similares aos outros elementos do mesmo grupo. Entretanto, apresenta pontos de fusão e ebulição mais altos que os participantes do mesmo grupo devido ao seu maior raio atômico e sua elevada massa, pois apresenta maior número de prótons e nêutrons que os outros.

Por conseguinte, ao analisar todas essas diversas características, Mendeleev e Moseley estavam corretos ao colocarem Cloro, Bromo e Iodo em um mesmo grupo da Tabela Periódica, pois apresentam comportamentos similares.

Ao colocar moléculas diatômicas em mistura com ânions de outros halogênios, o objetivo do experimento foi analisar se o íon é oxidado devido à força de atração de elétrons pelas moléculas – eletronegatividade – que está associado ao poder oxidante da espécie. Caso essa força seja suficiente, a reação de oxirredução, reação na qual ocorre troca de elétrons, ocorre e pode ser percebida visualmente através da mudança de cor da mistura ou a formação de sólidos. Portanto, como fora descrito e equacionado anteriormente (rever equações 1, 2 e 3), as reações que ocorrem são as entre cloro e brometo, cloro e iodeto, bromo e iodeto.

Essa capacidade oxidante do halogênio está relacionada ao potencial de redução da espécie (E°), como mostra a tabela 1.

EQUAÇÃO QUÍMICA DE REDUÇÃO	E° (V)
$\text{Cl}_{2(g)} + 2e^{-} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^{-}_{(aq)}$	+ 1,36
$\text{Br}_{2(l)} + 2e^{-} \rightleftharpoons 2\text{Br}^{-}_{(aq)}$	+ 1,09
$\text{I}_{2(s)} + 2e^{-} \rightleftharpoons 2\text{I}^{-}_{(aq)}$	+ 0,54

Tabela 1: Potenciais de redução de halogênios⁸.

A análise da tabela 1 indica que quanto maior o potencial de redução, maior será a capacidade da espécie sofrer redução e, portanto, provocar a oxidação da outra. A reação ocorrerá desde que a variação do potencial padrão ($E^{\circ}_{\text{maior}} - E^{\circ}_{\text{menor}}$) seja maior que zero ($\Delta E^{\circ} > 0$). A análise das reações que ocorreram são explicadas porque os valores de ΔE° , relativos às equações químicas 1, 2 e 3, são maiores que zero.

Através de todas as análises envolvendo poder de oxidação, eletronegatividade, energia de ionização, raio atômico entre os halogênios da Tabela Periódica fica evidente a periodicidade dessas propriedades em elementos de diferentes períodos do mesmo grupo. O Cloro apresenta os maiores valores delas (com exceção do raio atômico) porque consegue oxidar tanto o brometo quanto o iodeto;

7 Encyclopedia Britannica, *Iodine*. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/iodine/Physical-and-chemical-properties>>. Acesso em 24 de Outubro de 2018.

8 Tabela de potenciais padrão de redução. ATKINS, Chemical principles: the quest for insight. Freeman and Company, p.A18.

seguido pelo Bromo, uma vez que oxida somente o iodeto. Por fim, o Iodo apresenta os menores valores dessas características, pois não oxida nenhum dos íons com os quais foi misturado, porém apresenta o maior raio atômico.

A conclusão da análise é que quanto maior o número de camadas que o halogênio apresenta, maior será o raio atômico e menores serão a energia de ionização, a eletronegatividade e o poder de oxidação. Dessa forma, a teoria de Mendeleev e Moseley de que os elementos químicos apresentam características que se repetem periodicamente torna-se evidente nesse experimento. Além disso, elas podem aumentar ou diminuir as intensidades de certas características, como foi possível visualizar através do experimento do Pontociência no qual se observa que o poder de oxidação dos halogênios tem relação inversa com o número atômico, sendo assim o Cloro melhor agente oxidante que o Bromo, que por sua vez é melhor que o Iodo.