



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E EDUCAÇÃO**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE**  
**NACIONAL**

**MAYANA FERREIRA DA CUNHA**

**A DIMENSÃO PEDAGÓGICA DA TABELA PERIÓDICA NO ENSINO DE**  
**CONCEITOS QUÍMICOS**



**UBERABA – MG**

**2019**

**MAYANA FERREIRA DA CUNHA**

**A DIMENSÃO PEDAGÓGICA DA TABELA PERIÓDICA NO ENSINO DE  
CONCEITOS QUÍMICOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE/UFTM), Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM-Uberaba), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

**Linha de pesquisa:** Novas Tecnologias e Comunicação.

**Orientador:** Prof. Dr. Thiago Henrique Barnabé Corrêa.

**Bolsa:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

**UBERABA – MG**

**2019**

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do  
Triângulo Mineiro**

C979d Cunha, Mayana Ferreira da  
A dimensão pedagógica da tabela periódica no ensino de conceitos químicos / Mayana Ferreira da Cunha. -- 2019.  
158 f. : il., fig., tab.

Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2019

Orientador: Prof. Dr. Thiago Henrique Barnabé Corrêa

1. Química - Estudo e ensino. 2. Tabela periódica dos elementos químicos. I. Corrêa, Thiago Henrique Barnabé. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 54(07)

**MAYANA FERREIRA DA CUNHA**

**A DIMENSÃO DA PEDAGÓGICA DA TABELA PERIÓDICA NO ENSINO DE  
CONCEITOS QUÍMICAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE/UFTM), Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM-Uberaba), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

**Linha de pesquisa:** Novas Tecnologias e Comunicação.

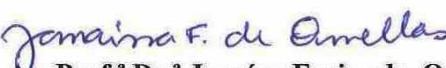
**Orientador:** Prof. Dr. Thiago Henrique Barnabé Corrêa.

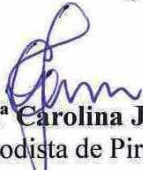
**Bolsa:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Data de aprovação: 26/07/2019

**MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:**

  
**Prof. Dr. Thiago Henrique Barnabé Corrêa**  
**Presidente e Orientador**  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

  
**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Janaína Farias de Arnellas**  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

  
**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carolina José Maria**  
Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP

**Local:** Universidade Federal do Triângulo Mineiro – Campus de Uberaba  
Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE)



Dedico aos meus pais e ao meu esposo pela fonte de incentivo e apoio nesta caminhada.

## AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa alcançada! Agora mudam-se as metas e as expectativas para novas conquistas. Sei o quão importante são as pessoas na nossa caminhada; não há profissional capaz de levar a vida isoladamente e é, com essa certeza, que agradeço a **Deus** pela dádiva de viver, amor incondicional e por cuidar de cada detalhe em minha vida, não permitindo que eu perca o equilíbrio quando sei que inúmeras forças querem que eu caia. Àqueles que me ajudaram a vencer essa etapa, comum a muitos, mas única na maneira de encarar desafios, decepções e superação. À minha família, peça chave que representa equilíbrio e exemplo, serei sempre grata.

Aos meus pais **Queila** e **Eurípedes**, guerreiros imprescindíveis em toda a minha vida e formação, pelo amor e dedicação incondicionais.

Aos meus irmãos **Ândria** e **Matheus** que sempre vibraram a cada conquista, pelo amor e incentivo.

Ao meu esposo **Cláudio Humberto**, sempre ao meu lado, não mediu esforços para me apoiar nos momentos bons e difíceis, um diferencial em minha vida, por todo amor e preocupação.

A **todos os professores**, desde o ensino fundamental aos dias atuais, que de alguma maneira contribuíram na minha formação profissional e, principalmente, pessoal.

Às **professoras, Dra. Carolina** e **Dra. Janaína**, pela participação na banca de defesa, assim como pelas importantes contribuições para o enriquecimento da minha dissertação.

Ao meu orientador, **professor Dr. Thiago Henrique**, pelo incentivo e ensinamentos que favoreceram, significativamente, a desconstrução e reconstrução de conceitos ao descortinar as informações que versam o tema desta dissertação.

Finalizo com a certeza de que o futuro dependerá só daquilo que tenho construído no presente com dedicação e fé em Deus.

A todos, muito obrigada!

No teatro da vida, a todo momento assumimos o papel de ensinar e de aprender. Todavia, em ambas as situações, para que haja a devida concretização, é preciso passar pelo **“QUERER”**.

Mayana Ferreira da Cunha.

## RESUMO

É notório que a tabela periódica (TP) tem sido uma referência padrão, um ícone no campo da Química, presente desde a sala de aula aos mais avançados centros de pesquisa, que contribuiu para a sistematização e organização do conhecimento científico. Afinal, a TP é uma das mais brilhantes construções científicas e seu amplo entendimento é de suma importância para o ensino de Química, visto que a sua sistematização apresenta as informações sobre as propriedades (físicas, químicas e (a)periódicas) dos elementos e proporciona uma interface com os demais conteúdos químicos, resultado da colaboração de vários personagens em diferentes contextos, mediante inúmeras transformações que reforçaram, e ainda reforçam, que a Química não é um conhecimento absoluto e imutável, apresentando diversas representações e uma constante inovação. No entanto, mesmo diante de tal relevância, geralmente, o ensino da TP é tratado sob uma abordagem superficial, anacrônica e descontextualizada. A partir da premissa de que o ensino atual da TP privilegia aspectos teóricos de forma complexa, uma vez que, é um dos temas que mais apresenta problemas para a aprendizagem dos alunos devido a sua natureza abstrata, é necessário refletirmos sobre como contribuir para uma aprendizagem relevante da tabela periódica no ensino de Química. Para o desenvolvimento metodológico e com o propósito de responder à questão norteadora, delineou-se uma pesquisa com abordagem qualitativa, a qual foi constituída em três etapas, sendo duas de análise e uma intermediária correspondente ao desenvolvimento do objeto educacional no formato de *e-book*. Na primeira etapa de análise, à luz da literatura, vivências e apoiado na entrevista com professores de Química, foi realizado um estudo dos indicadores sobre o ensino da tabela periódica. Na segunda etapa de análise, foi aplicado um questionário aos participantes a fim de verificar as potencialidades desse material na prática pedagógica. Por fim, os resultados dessa investigação, indicam uma notória importância do objeto educacional desenvolvido, não só para o ensino da TP, mas também, para o ensino de outros conceitos que permeiam a Química.

Palavras-chave: Tabela Periódica. Ensino de Química. Objeto Educacional.

## ABSTRACT

It is notorious that the periodic table (TP) has been a standard reference, an icon in the field of chemistry, present from the classroom to the most advanced research centers, which contributed to the systematization and organization of scientific knowledge. After all, TP is one of the most brilliant scientific constructs and its broad understanding is of paramount importance for the teaching of chemistry, since its systematization presents the information about the (physical, chemical and (a) periodic) properties of the elements and provides an interface with other chemical contents, the result of the collaboration of various characters in different contexts, through innumerable transformations that reinforced, and still reinforce, that Chemistry is not an absolute and unchanging knowledge, presenting various representations and a constant innovation. However, even in the face of such relevance, the teaching of PT is generally treated under a superficial, anachronistic and decontextualized approach. From the premise that the current teaching of TP privileges theoretical aspects in a complex way, since it is one of the themes that most presents problems for students' learning due to its abstract nature, it is necessary to reflect on how to contribute to learning of the periodic table in chemistry teaching. For the methodological development and with the purpose of answering the guiding question, it was delineated a research with qualitative approach, which was constituted in three stages, being two of analysis and an intermediate corresponding to the development of the educational object in *e-book* format. . In the first stage of analysis, in the light of the literature, experiences and supported by the interview with chemistry teachers, a study of the indicators on the teaching of the periodic table was conducted. In the second stage of analysis, a questionnaire was applied to the participants to verify the potential of this material in pedagogical practice. Finally, the results of this investigation indicate a remarkable importance of the educational object developed, not only for the teaching of TP, but also for the teaching of other concepts that permeate chemistry.

Keywords: Periodic Table. Chemistry teaching. Educational Object.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem do software Kalzium .....	20
Figura 2. Imagem simbólica sobre os quatro elementos constituintes da matéria .....	32
Figura 3. Linha do tempo – Elementos descobertos / Tempo .....	42
Figura 4. Tabela das substâncias simples .....	44
Figura 5. Representação dos átomos, do livro de Dalton <i>A new system of chemical philosophy</i> (Manchester, 1808 – 1810) .....	45
Figura 6. Parafuso telúrico criado por Chancourtois em 1862 .....	48
Figura 7. Classificação dos elementos em grupos publicada por Odling..	51
Figura 8. Primeiro esboço da tabela periódica realizada por Mendeleiev..	53
Figura 9. Classificação periódica de Mendeleiev em 1869.....	53
Figura 10. Classificação periódica de Mendeleiev em 1871.....	54
Figura 11. Classificação periódica de Meyer em 1872.....	56
Figura 12. A presença dos elementos lantanídeos e actinídeos.....	59
Figura 13. Representação da tabela de Gooch e Walker.....	61
Figura 14. Representação da tabela de Henry Hubbard.....	62
Figura 15. Representação da tabela de von Antropoff.....	63
Figura 16. Representação da tabela de Charles Janet.....	64
Figura 17. Representação da tabela periódica em espiral de Benfey.....	65
Figura 18. Representação da galáxia química de Stewart .....	67
Figura 19. Representação da tabela de Najderek .....	68
Figura 20. Representação circular da tabela periódica de Abubakr .....	70
Figura 21. Representação da tabela Maia atual .....	71
Figura 22. Representação sustentável da tabela periódica .....	72
Figura 23. Representação da tabela periódica da vida .....	73
Figura 24. Representação da tabela das ligações químicas .....	74
Figura 25. Representação dos metais, não metais e metaloides .....	78
Figura 26. Blocos da tabela periódica .....	81
Figura 27. Os novos elementos propostos .....	82
Figura 28. Tabela periódica proposta pela IUPAC (2018).....	84
Figura 29. Homenagem ao ano internacional da tabela periódica .....	87

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Informações referentes à formação docente dos professores participantes.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabela 2 – Relação da quantidade de elementos descobertos por ano.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabela 3 – Periodicidade das tríades de Döbereiner e a média dos elementos previstos.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 4 – Limitações da “lei das oitavas” de Newlands.....</b>	<b>50</b>

## SUMÁRIO

<b>1. ASPECTOS MOTIVACIONAIS DA DISSERTAÇÃO</b> .....	14
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	17
2.1. A TABELA PERIÓDICA NO ENSINO MÉDIO.....	21
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	25
<b>4. CAMINHOS METODOLÓGICOS</b> .....	26
<b>5. CAPÍTULO TEÓRICO</b> .....	31
5.1. CONCEITOS QUÍMICOS MEDIADORES DA TABELA PERIÓDICA.....	31
5.1.1. Átomos.....	33
5.1.2. Elementos.....	34
5.1.3. Compostos e moléculas.....	35
5.2. ELEMENTOS HISTÓRICOS DA TABELA PERIÓDICA.....	36
5.3. OS SÉCULOS DOS GASES.....	38
5.4. IMPORTANTES CONTRIBUIÇÕES NA HISTÓRIA DA TABELA PERIÓDICA.....	42
5.5. OS PRECURSORES DA CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA.....	45
5.5.1. John Dalton (1828).....	45
5.5.2. Johann Döbereiner e as tríades (1829).....	45
5.5.3. Alexander Chancourtoes e o parafuso telúrico (1862).....	48
5.5.4. John Newlands e as lei das oitavas (1863).....	49
5.5.5. William Odling (1864).....	50
5.5.6. Dmitri Mendeleiev e suas previsões (1869).....	51
5.5.7. Julius Lothar Meyer (1870).....	55
5.6. MODERNIZAÇÃO DA TABELA PERIÓDICA.....	56
5.6.1. A descoberta revolucionária do número atômico (Z).....	57
5.7. DIFERENTES REPRESENTAÇÕES DA TABELA PERIÓDICA.....	60
5.7.1. Gooch e Walker (1905).....	60
5.7.2. Henry David Hubbard (1924).....	61
5.7.3. Andreas von Antropoff (1926).....	62



<b>5.7.4. Charles Janet (1928)</b> .....	63
<b>5.7.5. Theodor Benfey (1964)</b> .....	64
<b>5.7.6. Philip Stewart (2006)</b> .....	66
<b>5.7.7. Najderek(2008)</b> .....	68
<b>5.7.8. Mohd Abubakr (2009)</b> .....	69
<b>5.7.9. Tabela Maia</b> .....	70
<b>5.8. REPRESENTAÇÕES RECENTES DA TABELA PERIÓDICA</b> .....	71
<b>5.8.1. Tabela periódica da vida</b> .....	73
<b>5.8.2. Tabela periódica das ligações químicas</b> .....	74
<b>5.9. CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA ATUAL</b> .....	75
<b>5.9.1. Organização estrutural</b> .....	75
<b>5.9.2. Sistematização da nomenclatura</b> .....	82
<b>5.9.3. 2019: O ANO INTERNACIONAL DA TABELA PERIÓDICA – DO JOGO DE CARTAS À PREVISÃO CIENTÍFICA</b> .....	85
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	88
<b>6.1. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS (1ª ETAPA): INDICADORES SOBRE O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA</b> .....	88
<b>6.2. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS (2ª ETAPA): POTENCIALIDADES DO OBJETO EDUCACIONAL</b> .....	99
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	106
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	110
<b>APÊNDICE A – Termo de consentimento livre esclarecido (TCLE)</b> .....	116
<b>APÊNDICE B – Roteiro de entrevista semiestruturada – 1ª Etapa</b> .....	117
<b>APÊNDICE C – Questionário – 2ª Etapa</b> .....	118
<b>APÊNDICE D – Objeto educacional</b> .....	119

## 1. ASPECTOS MOTIVACIONAIS DA DISSERTAÇÃO

De alguma maneira, meus anseios profissionais sempre caminharam rumo à docência. Em síntese, minha formação enquanto professora é, a meu ver, um contínuo que tem sido construído ao longo da vida, desde quando era aluna da Educação Básica. Resgatando tais memórias e experiências, não posso negar que foram essas que contribuíram para a vontade intrínseca que permaneceu latente por muito tempo e, posteriormente, a conceituei de “*vocação docente*”.

Sempre foi prazeroso o fato de estar em um ambiente escolar, principalmente ao recordar do colégio que fez parte da minha trajetória do ensino fundamental ao médio. Ao longo dessa vivência, tive a oportunidade de experimentar momentos significativos e relacionar-me com excelentes professores, os quais contribuíram, favoravelmente, ao meu processo de aprendizagem e me inspiraram na escolha pelo que hoje prefiro reconceituar de “*profissão docente*”.

Minha infância e adolescência foram marcadas pelo fascínio em Ciências e seu poder explicativo que se estendeu até os anos finais da escola com uma afeição pelas disciplinas na área de Exatas, destacando-se a Química. Diante de tal afinidade, são notórios os primeiros indícios do interesse pela Educação, visto que, ainda no 2º ano do ensino médio comecei a ministrar aulas de reforço.

Com o término do ensino básico, ingressei no curso de Biomedicina (Bacharelado), onde ainda durante a graduação participei como bolsista em programas de monitoria. Em seguida, iniciei um curso de especialização em Microbiologia, no qual tive um professor de Química que muito me impactou quando, visto o meu envolvimento com sua disciplina, sempre me perguntava: “por que você ainda não atua como professora?”. Acredito que foi nesse momento que houve um “*despertar*” daquela vontade aguda e adormecida que me levaram a apaixonar pela área e enfrentar outros desafios profissionais.

Desta vez, no campo da Educação, enveredei para o curso de Licenciatura em Química vislumbrando a formação docente, mesmo diante de uma realidade em que o papel do professor está em pauta devido à desvalorização e difíceis condições de trabalho.

Por sua vez, a licenciatura foi marcada pela minha participação como bolsista nos programas institucionais, como monitoria e o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), além da atuação em sala de aula, mesmo

que temporariamente, por meio de processos de designação em escolas da rede pública de ensino. Não posso deixar de citar a realização do estágio supervisionado e a liderança de grupos de estudo com colegas. Todas essas atividades contribuíram com suas parcelas para a minha formação docente, o que de fato, me fizeram ter o gosto pela docência.

Nesse contexto, o "aprender-ensinar-(re)aprender" sempre caminharam juntos na minha vida escolar e acadêmica. Porém, meu primeiro contato com a sala de aula enquanto professora não foi nada fácil, pois, quando chegou o tão esperado momento, e com ele, o choque de uma realidade totalmente diferente do que já havia experimentado no âmbito da minha formação docente.

Neste momento, experienciei uma mistura homogênea de sentimentos, - tais como o medo e a angústia de assumir o papel de professora -, associados ao prazer de sentir na pele o poder de transformar o cenário da sala de aula. Realmente, o ambiente escolar é um lugar que nos proporciona sentir diferentes emoções, onde estamos submetidos a um constante processo de (auto)ensino e (auto)aprendizagem mediado pelas interações humanas.

Logo no início da docência, percebi que haviam lacunas na minha formação enquanto professora de Química. Diante disso, comecei a refletir sobre a minha própria prática de ensino e, conseqüentemente, a me perguntar: "como posso tornar o ensino de Química mais significativo na aprendizagem dos alunos?"

Frente às minhas fragilidades, concordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2012), os quais trazem que a atuação profissional dos professores no ensino fundamental e médio, do mesmo modo que a de seus formadores, constitui um conjunto de saberes e práticas que não se reduzem a um competente domínio dos procedimentos, conceituações, modelos e teorias científicas. Com isso, comecei a perceber que dominar o conteúdo químico era apenas uma das exigências para ensinar. Nas palavras de Corrêa (2017, p. 166), contrariamente à ideologia do "para ensinar química, basta saber química", se torna importante destacar que:

[...] para ser professor, exige-se, além de um notório saber, um notório saber de reelaboração conceitual. E é este segundo que nos diferencia e nos qualifica enquanto profissionais do ensino. São nossos saberes formativos e experienciais que legitimam a contínua necessidade de uma prática amparada na reflexão (antes, durante e depois) e, conseqüentemente, acompanhada de reinvenção.

Como aponta Schnetzler (2002), a melhoria efetiva do processo de ensino e aprendizagem em Química acontece por intermédio da ação do professor, uma vez que o fenômeno educativo é complexo e singular, não cabendo receitas prontas produzidas por terceiros. Isso me leva a pensar sobre a importância da formação continuada e da reflexão da *práxis*, tornando a profissão docente, conforme defendido por Corrêa (2015), um comprometimento com a investigação contínua do conteúdo e da prática educativa num processo de ressignificação e constituição docente.

Segundo Schnetzler (2002), mudanças e inovações em nossas práticas de ensino requerem de nós explicitar, desconstruir e reconstruir concepções. E isso foi possível com o ingresso no mestrado, no qual posso repensar a minha formação docente e ampliar meus horizontes quanto à prática do verbo “*ensinar*” envolvendo a discussão do “como, por quê e para quê ensinar”. É neste sentido que o pensamento didático ganha validade se for seguido de uma ação correspondente dos professores em suas classes, de tal forma que esta ação produza uma aprendizagem significativa para seus alunos (CARVALHO, 2004), mas também, para os docentes envolvidos.

Em suma, é importante salientar que os apontamentos acima vão ao encontro da necessidade que senti em refletir e ressignificar minha prática enquanto professora de Química, assim como, amenizar a angústia em relação ao ensino de determinados conteúdos, como é o caso do estudo da Tabela Periódica. Apesar de sua relevância, esta apresenta, na minha percepção, uma abordagem deficiente no ensino médio, uma vez que não explora a lógica química da tabela e prioriza o “decorar” das propriedades periódicas. Diante dessa inquietação, este conteúdo tornou-se o cerne de discussão da presente dissertação.

## 2. INTRODUÇÃO

Partindo da premissa de que o ensino de Química deve contribuir para uma diferente leitura de mundo a nossa volta, é evidente que a inserção dos alunos à essa nova linguagem se torna um desafio quando considerada a natureza abstrata e teórica de seus conceitos, assim como, as especificidades que esta Ciência traz na representação dos fenômenos e da transformação da matéria. Assim, se torna necessário repensar as estratégias de ensino que levem o aluno a reconhecer e saber utilizar tal linguagem, uma vez que a memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias precisam ser evitadas, já que não contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades desejáveis no ensino médio (BRASIL, 2002).

Dentre os conteúdos químicos que merece destaque e que, habitualmente, vem sendo ensinado sob a ótica da memorização, está o da tabela periódica (TP). Para Penteadó, Oliveira e Zacharias (2010), o aprendizado sobre a TP é um caso bem particular do ensino tradicional de Química, onde os alunos, por vezes, deparam-se com a árdua tarefa de ter que decorar os nomes dos elementos químicos e as propriedades periódicas, tornando este processo muito cansativo e massacrante.

O ensino de Química e, especificamente, o da tabela periódica, é um exemplo que está muito distante do que se propõe nos documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

De acordo com os PCN referente ao ensino médio, o foco do ensino do ensino de Química está na compreensão das propriedades e usos dos materiais, devendo ser evitadas as classificações, memorização de nomenclaturas, símbolos e fórmulas esvaziados de sentido. Além disso, os elementos químicos e seus compostos podem ser estudados através da periodicidade de propriedades. Nessa perspectiva, a TP poderia ser discutida de modo significativo, assim como, a sua reconstrução histórica com base nas propriedades macroscópicas, tal como foi feita por Mendeleev, por exemplo, pode ser uma oportunidade para ampliar esse conhecimento.

Como pontuam Trassi et al. (2001) e Leite et al. (2006), o ensino atual da tabela periódica privilegia aspectos teóricos de forma complexa, uma vez que é um

dos temas que mais apresenta problemas para a aprendizagem dos alunos devido a sua natureza abstrata. De acordo com Berbaum e Maldaner (2016):

A Tabela Periódica (TP) é um instrumento utilizado na consulta e previsão de um grande número de propriedades químicas dos elementos. É chamada de periódica porque mostra a repetição de algumas propriedades que determinados elementos têm em comum. No entanto, pesquisas relatam que ela vem sendo utilizada por estudantes do Ensino Médio apenas como fonte de consulta de dados e informações numéricas, ficando esquecida sua questão central, que é a periodicidade dos elementos químicos.

Indubitavelmente, a TP é uma das mais brilhantes construções científicas e seu amplo entendimento é de suma importância para o ensino de Química, visto que, ao organizar os elementos sistematicamente, apresentando as informações sobre as propriedades (físicas, químicas e (a)periódicas) dos elementos, permite ao aluno desenvolver uma lógica de pensamento químico. Além disso, pontua-se que seu estudo possui interface com os demais conteúdos químicos, garantindo aporte para que o professor trabalhe outros conceitos.

Como se sabe, a tabela periódica é uma valiosa ferramenta didática no ensino de Química que, ao longo dos anos, resultou da colaboração de vários personagens em diferentes contextos, passando por muitas transformações que reforçaram, e ainda reforçam, que a Química não é um conhecimento absoluto e imutável.

Ainda que a tabela periódica apresente riqueza conceitual, um outro ponto deficiente no ensino de Química, em nível médio, é sobre suas questões históricas, seja no desenvolvimento desta como conhecemos hoje, ou no contexto da descoberta dos elementos químicos.

Mesmo diante de tal relevância, o ensino da TP é, em alguns casos, tratado sob uma abordagem superficial, anacrônica e descontextualizada. A respeito de tal proposição, é necessário refletir sobre os desafios e obstáculos presentes no ensino de Química, os quais influenciam a construção do conhecimento científico, a prática e a formação docente, norteando a seguinte questão: Como contribuir para uma aprendizagem relevante da tabela periódica no ensino de Química?

Frente ao atual contexto escolar em que o ensino de Química está inserido, torna-se importante refletir as estratégias de ensino adotadas pelos professores,

assim como, ressignificar as práticas pedagógicas de forma que torne o ensino desta Ciência mais atrativo e relevante.

Para Petrucci e Batiston (2006, p. 263, apud Mazzioni, 2013), a palavra 'estratégia' possui estreita relação com o ensino, pois, ensinar requer arte por parte do docente, que precisa envolver o aluno e fazer com que ele se encante com o saber. Assim, cabe ao professor promover a curiosidade, a segurança e a criatividade para que o principal objetivo educacional [a aprendizagem do aluno] seja alcançado.

Desse modo, o uso do termo "estratégias de ensino" refere-se aos meios utilizados pelos docentes na articulação do processo de ensino, de acordo com cada atividade e os resultados esperados, considerando que o método pelo qual o aluno aprende não é um ato isolado (MAZZIONI, 2013), tampouco, uniforme e padrão.

Como se sabe, os professores de Química encontram dificuldades em ensinar a TP a seus alunos, o que segundo Ferreira, Correa e Dutra (2006) pode estar relacionada à falta de clareza em relação aos seus objetivos.

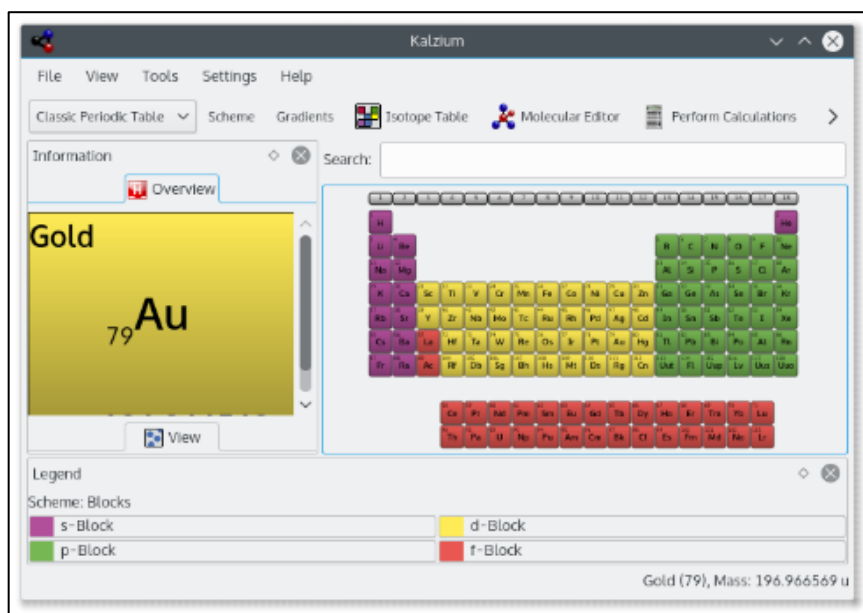
Embora a TP seja utilizada no ensino médio de Química, vale dizer que ela não apresenta uma natureza pedagógica, pois sua criação e proposição não tem como finalidade facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Porém, isso não impede considerar que a mesma tenha uma dimensão pedagógica, ou seja, a potencialidade de ser um instrumento didático capaz de contribuir para o entendimento do conteúdo químico que se pretende explorar.

Portanto, se torna pretensão deste trabalho a elaboração de um objeto educacional (texto de apoio voltado para professores e alunos), o qual não exclui a importância do livro didático que atenda às necessidades dos professores no ensino de Química, de forma a potencializar a prática na sala de aula e contribuir para a compreensão do conteúdo sobre a tabela periódica.

Atualmente, muitos trabalhos que propõem novas estratégias para o ensino da tabela periódica são encontrados, dentre os quais citamos Trassi et al. (2001) e Leite et al. (2006). Em um levantamento realizado por Ferreira, Correa e Dutra (2016) em plataformas de dados online (Portal de Periódicos CAPES, Web of Science, Google e Google Acadêmico), estes apontam o lúdico como uma das maiores estratégias pedagógicas utilizadas para o ensino da TP, classificando os trabalhos encontrados nessa pesquisa em, basicamente, quatro categorias: jogos didáticos, educação especial, história da TP, e, tecnologias da informação e

comunicação (TIC). Nesta análise, os referidos autores trazem que dentre os trabalhos disponíveis, majoritariamente estão: jogo da memória, super trunfo e os ambientes virtuais-interativos, como o software Kalzium, também disponível em português, conforme a presente na (Figura 1).

**Figura 1. Imagem do software Kalzium**



Fonte: Disponível em: < <https://kde.org/applications/education/kalzium>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

Embora a presente dissertação reconheça e valorize tais produções, buscou-se para esta, priorizar a informação química em versão de texto de apoio que, posteriormente, foi organizada em um formato de *e-book*, contemplando 32 tópicos norteadores, sendo 27 centrais e 5 complementares, a qual tem como característica o emprego de algumas perguntas e tópicos que incitem a exploração do conteúdo sobre a classificação periódica dos elementos sem a necessidade de decorá-lo. Dentre eles, a origem dos elementos; aspectos históricos; o conceito de elementos através dos tempos; as mulheres na Ciência; a descoberta do lítio e sua relação com o Brasil; as diferentes formas de representação da tabela periódica e suas organizações; as tríades de Döbereiner; e, a relação entre as propriedades (a)periódicas dos elementos e outros conteúdos químicos.



## 2.1. A TABELA PERIÓDICA NO ENSINO MÉDIO

Atualmente, um dos objetivos mais importantes da Didática das Ciências é garantir que o professor auxilie concretamente o aluno a superar os obstáculos de aprendizagem na construção do conhecimento científico. Isso significa ao docente, transpor a cultura da repetição de informações a fim de inovar o ensino, em conteúdo e forma, de modo a permitir ao aluno realizar um trabalho cognitivo (GAGLIARDI, 1988).

Com relação aos entraves no ensino de Química, Souza e Schnetzler (2014) pontuam que muitas dificuldades apresentadas pelos alunos são resultados da maneira como os conteúdos químicos são ensinados, sendo essas formas equivocadas nomeadas de obstáculos de ensino. Isso reforça que o processo de ensino e aprendizagem estão interligados, porém, não podem ser assumidos como uma condição *sine qua non*, já que não se pode afirmar que a aprendizagem é obrigatoriamente o produto final do ensino. Assim, repensar as estratégias pedagógicas se torna uma necessidade para a prática docente quanto ao objetivo que se pretende alcançar com a aula (FERREIRA; CORREA; DUTRA, 2016).

O ensino de Química em nível médio deveria oferecer aos alunos um poder explicativo dos fenômenos a sua volta, contribuindo dessa maneira para a formação e atuação de cidadãos críticos e conscientes do seu papel transformador na sociedade. Porém, isso ainda está muito distante de ser alcançado diante da realidade da maioria das escolas, públicas e privadas.

Somado ao exposto, não é difícil constatar que o ensino de Química é marcado por uma abordagem descontextualizada com a realidade, na qual o aluno se depara com o imenso universo da Química, constituído por uma linguagem peculiar, repleto de conceitos, nomenclaturas e representações importantes na compreensão dos fenômenos químicos. Lamentavelmente, a maioria dos docentes ignoram sua prática como matriz e objeto de análise e investigação, adotando o ensino como um ato mecânico de transmissão-recepção. Nesta perspectiva, a capacidade de pensar, questionar e dialogar dos alunos é ignorada, desconsiderando o conhecimento intrínseco dos mesmos, mediante um currículo pouco flexível que enfatiza a memorização, fórmulas, classificação e cálculos repetitivos destituídos de significados e sentidos práticos.

Nesse contexto, o ensino de Química desarticulado, isto é, distante da realidade dos alunos e com a presença de um currículo conteudista, conforme alega Luca (2001), ainda é possível a existência de professores desvalorizados, desmotivados e, até mesmo, despreparados para trabalhar Química em sala de aula. Além de vários docentes não terem formação na área, a referida autora traz a falta do olhar crítico-reflexivo desses que repetem, muita das vezes, as mesmas técnicas pedagógicas simplistas e vícios ao qual foram ensinados/formados.

Como sinaliza Schnetzler e Aragão (1995, p. 27), infelizmente o ensino de Química ainda hoje continua sendo:

[...] uma prática de ensino encaminhada quase exclusivamente para a retenção, por parte do aluno, de enormes quantidades de informações passivas, com o propósito de que essas sejam memorizadas, evocadas e devolvidas nos mesmos termos em que foram apresentados na hora dos exames, através de provas, testes, exercícios mecânicos repetitivos [...].

Não obstante, é sabido que os desafios no ensino da Tabela Periódica em nível médio são reflexos de uma deficiência identificada desde a prática de ensino, geralmente permeada por uma abordagem tradicional inserida nos cursos de licenciatura aos materiais didáticos utilizados.

Diante dessa premissa, é possível destacar que para os autores César, Reis e Aliane (2015), durante a formação inicial do professor de Química, há livros didáticos (LD) do ensino superior que fornecem uma concepção da TP como um produto pronto e que depende do entendimento da teoria atômica moderna, sem considerar o movimento contrário.

Haja vista que, os futuros professores de Química devem estar atentos às informações sobre os elementos e suas propriedades expostas na TP para que possam explorá-las de maneira a proporcionar um melhor aproveitamento de ensino. Isso implica na transposição didática do conteúdo químico, ou melhor, na reelaboração conceitual do conteúdo da TP ao relacioná-lo aos demais temas estudados na Química (FERNANDES, 2011). Da mesma forma, é sempre um desafio para os professores a busca por novas metodologias e estratégias de ensino para a motivação da aprendizagem de Química (GODOI; OLIVEIRA; CODOGNOTO, 2010).

À luz da literatura, são notórias as lacunas no ensino da TP no ensino médio de Química, as quais são apresentadas por diferentes autores (FERREIRA;

CORREA; DUTRA, 2016; LEITE; PORTO, 2015; TARGINO; BALDINATO, 2016; CÉSAR; REIS; ALIANE, 2015, MEHLECKE et al., 2012) e podem ser identificadas nos livros didáticos por meio de uma abordagem descontextualizada com a História da Ciência, sem o desenvolvimento do conhecimento histórico científico e, geralmente, com uma narrativa distorcida, breves biografias e uma visão superficial da história da tabela, ou seja, meramente ilustrativa.

Sobre a abordagem histórica, tal superficialidade impede que os leitores vislumbrem aspectos importantes da complexidade do processo de consolidação da tabela periódica, como as dificuldades surgidas, por exemplo, por ocasião da descoberta, identificação e caracterização de novos elementos (LEITE; PORTO, 2015).

Um estudo recente realizado por Targino e Baldinato (2016) a respeito da TP e sua periodicidade, retrata a análise dos livros didáticos do ensino médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2012, na qual constata que a narrativa histórica nestes materiais, além de exibir um caráter positivista e enciclopédico, apresenta diversas fragilidades, omitindo eventos ou relações, tais como, o Congresso de Karlsruhe (1860) e a hipótese de Prout (1815) que motivaram diretamente diversas tentativas de classificação dos elementos no século XIX e poderiam contribuir para o entendimento do contexto de proposição da lei periódica.

Nesse sentido, de acordo com Leite e Porto (2015), a pouca importância à abordagem histórica e o método como o processo de construção da TP é apresentado nos LD pode reforçar ou se contrapor a determinadas concepções inadequadas da Ciência.

Para Targino e Baldinato (2016), a história da TP presente nos LD, não contribui para compreensão dos fatores que propiciaram o desenvolvimento da lei periódica colocando em evidência as fragilidades encontradas na abordagem histórica. Visto que, o processo histórico auxilia no entendimento da periodicidade dos elementos e os raciocínios químicos que conduziram a sua proposição (LEITE; PORTO, 2015).

Como apontam César, Reis e Aliane (2015), o estudo dos elementos costuma envolver somente o plano abstrato, sem apresentar uma contextualização que correlacione os elementos químicos e sua presença em objetos do cotidiano do estudante, tornando o estudo da tabela enfadonho. Isso pode ser observado ao folhearmos a maioria dos livros didáticos que reduzem a riqueza conceitual deste conteúdo em propriedades periódicas a serem “memorizadas” (raio atômico,

afinidade eletrônica e eletronegatividade, por exemplo), tornando a tabela um mero artefato de consulta, até mesmo, um adorno histórico da Química.

De acordo com Ferreira, Correa e Dutra (2016), apesar de ser uma estratégia interessante, a história da Ciência nos LD, tendo como contexto a TP e seu desenvolvimento, é tida como algo linear sem a evolução do desenvolvimento histórico científico, sendo que o trabalho de alguns cientistas é apenas relatado como fato histórico e a atenção é amplamente voltada para Dmitri Mendeleiev.

Diante dos apontamentos abordados, é possível enfatizar que, ainda há uma certa preocupação dos professores com o cumprimento do conteúdo químico, os quais adotam os livros didáticos de maneira acrítica como um guia de percurso obrigatório na construção dos currículos, norteando inflexivelmente o que será ensinado para os alunos.

### **3. OBJETIVOS**

#### **GERAL**

- Desenvolver um objeto educacional no formato de *e-book* que contenha as informações e explicações necessárias quanto aos conceitos relacionados à tabela periódica.

#### **ESPECÍFICOS**

- Identificar aspectos da prática docente no ensino da tabela periódica.
- Analisar a contribuição do material proposto na prática docente.
- Disponibilizar o material aos professores e alunos do ensino médio.

#### 4. CAMINHOS METODOLÓGICOS

Frente às lacunas no ensino da tabela periódica, nesta dissertação de mestrado, foi elaborada e desenvolvida uma proposta didático-pedagógica (destinado aos professores de Química e alunos do ensino médio) que promova, a partir de uma linguagem fluída, uma interlocução com os leitores de modo que, estes possam explorar os conceitos químicos que versam o conteúdo da tabela periódica.

Para o desenvolvimento metodológico do presente trabalho e com o propósito de responder à questão norteadora, delineou-se uma pesquisa com abordagem qualitativa do tipo exploratória, na qual há a preocupação com o processo e não, simplesmente, com os resultados e o produto (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

Nas pesquisas qualitativas, é recorrente que o pesquisador busque compreender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes do contexto estudado e, a partir deste, situe sua interpretação dos mesmos em caráter dialógico. Estas pesquisas assumem diferentes significados, compreendendo um conjunto de diferentes técnicas interpretativas (entrevista não estruturada, entrevista semiestruturada, observação participante, observação estruturada, grupo focal) que visam descrever e decodificar os componentes de um sistema complexo de significados (NEVES, 1996).

De maneira que, nesta pesquisa, deparamos com as características citadas acima, uma vez que, a mesma traça seu percurso, por meio do descortinar de informações, retroalimentada pelas falas do sujeito da pesquisa em diferentes tempos e espaços, num movimento constante de idas e vindas, seja nas entrevistas ou em observações realizadas pela pesquisadora durante a execução da proposta didático-pedagógica.

Na concepção de Bogdan e Biklen (1994, p. 69 - 70):

Nos estudos qualitativos os investigadores preocupam-se com o rigor e abrangência dos seus dados. A garantia é entendida mais como uma correspondência entre os dados que são registrados e aquilo que de fato se passa no local de estudo do que como uma consistência literal entre diferentes observações.

A presente pesquisa foi constituída por três etapas, sendo duas de análise e uma intermediária correspondente ao desenvolvimento do objeto educacional no

formato de *e-book*. Na primeira etapa de análise, à luz da literatura, vivências e apoiado na entrevista com professores de Química, foi realizado um estudo dos indicadores (aspectos da prática docente, superficialidade dos elementos históricos e relação tempo-conteúdo), sobre o ensino da tabela periódica. Na segunda etapa de análise, foi aplicado um questionário aos participantes a fim de verificar as potencialidades desse objeto.

Para subsidiar o conteúdo do material e com o intuito de nortear o trabalho identificando as lacunas no ensino da tabela periódica, na primeira etapa da pesquisa foi realizada uma entrevista semiestruturada, com quatro professores da rede pública de ensino, mediante a devida anuência dos mesmos, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE A), no qual estão explicitadas informações, tais como, a natureza da pesquisa, justificativa e seus objetivos. Curiosamente, todos apresentam mais de cinco anos de efetivo exercício na docência, conforme está explicitado a seguir (Tabela 1).

**Tabela 1. Informações referentes à formação docente dos professores participantes.**

	<b>FORMAÇÃO ACADÊMICA</b>	<b>TEMPO DE MAGISTÉRIO</b>
Professora <i>s</i>	Licenciatura em Química (UNIUBE).	10 anos
Professora <i>p</i>	Licenciatura em Química, Engenharia Química (FAENQUIL/USP) e Especialização na área educacional e ambiental.	22 anos
Professor <i>d</i>	Licenciatura em Química (UNIUBE) e Mestrado em Química (UFU).	12 anos
Professor <i>f</i>	Licenciatura em Química (IFTM) e Mestrado em Química (UFTM).	12 anos

Fonte: Própria autoria.

A fim de preservar a imagem e a privacidade dos professores participantes, foram outorgadas menções fictícias aos mesmos: **s**, **p**, **d**, **f**. Ainda é plausível ressaltar que os docentes atuam em diferentes escolas públicas localizadas no município de Uberaba-MG. Vale dizer também que, não houve um critério específico

quanto à escolha da quantidade de professores, visto que, o foco da pesquisa está no desenvolvimento do objeto educacional. Além disso, os quatro sujeitos da pesquisa representam uma amostra da totalidade dos professores da rede pública de ensino e, com ela, dilemas em comum.

Sabe-se que a entrevista é considerada um poderoso instrumento de comunicação, e por isso vem sendo utilizada nas pesquisas em Educação. Ela é importante para a obtenção de informações porque possibilita a captação imediata e contínua da informação que se deseja, além de proporcionar momentos de interação entre o entrevistador e o entrevistado.

Em conformidade com os autores Ludke e André (1986), esta pesquisa se ampara na utilização de um roteiro de entrevista (APÊNDICE B), direcionando-as por meio dos tópicos principais a serem discutidos ao obedecer a uma certa ordem lógica, ou seja, uma sequência entre os assuntos, partindo do mais simples aos mais complexos, respeitando o sentido de seu encadeamento.

Diante disso, as entrevistas semiestruturadas realizadas a partir de um roteiro pré-estabelecido contemplaram seis perguntas que foram exploradas de acordo com a designação de duas categorias de análise, pautadas nos argumentos dos sujeitos da pesquisa, na literatura e na minha experiência como docente, classificadas em:

1ª) Concepção dos professores quanto ao ensino da tabela periódica;

2ª) Aspectos da prática pedagógica.

Conforme Ludke e André (1986) reforçam, o entrevistador deve atentar-se não somente ao roteiro pré-estabelecido e às respostas verbais que irá obter ao longo do depoimento, como também, a uma gama de gestos, expressões, entonações, sinais não verbais, hesitações, alterações de ritmo; enfim, uma comunicação não verbal cuja captação é significativa para a compreensão e validação do que foi efetivamente dito.

Considerando os aspectos apontados, a realização das entrevistas com os professores teve uma duração média de trinta minutos, as quais foram enriquecedoras devido a quantidade de informações apresentadas e, posteriormente, transcritas e lidas inúmeras vezes, mediante a análise das declarações obtidas.

Conseqüentemente, a partir dos anseios e argumentos sinalizados pelos entrevistados sobre o ensino da tabela periódica, como recurso a ser adotado na



elaboração do objeto educacional (*e-book*), visou-se construir um texto pautado em tópicos que conduzam os leitores a pensar sobre as implicações do tema estudado.

Visto que, de modo geral, os conceitos atrelados ao ensino da tabela periódica são apresentados tradicionalmente de forma técnica, o que dificulta que os alunos percebam a íntima relação entre os diferentes conceitos e a estrutura organizacional da tabela periódica.

Como metodologia utilizada para a organização do produto educacional, o mesmo foi estruturado em 32 tópicos norteadores, sendo 27 centrais e 5 complementares, por esta ser entendida como uma técnica capaz de organizar os conteúdos, auxiliando o processo de ensino e aprendizagem. Além do emprego de algumas perguntas e tópicos que incitem a exploração do conteúdo sobre a classificação periódica dos elementos sem a necessidade de decorá-lo.

É importante ressaltar que, há, também, nos tópicos complementares, um breve resumo com esquemas e ilustrações no intuito de reforçar alguns conceitos importantes do conteúdo abordado.

Dentre os diversos temas abordados, podem ser destacados a origem dos elementos; aspectos históricos; o conceito de elementos através dos tempos; as mulheres na Ciência; a descoberta do lítio e sua relação com o Brasil; as diferentes formas de representação da tabela periódica e suas organizações; as tríades de Döbereiner; e, a relação entre as propriedades (a)periódicas dos elementos e outros conteúdos químicos.

No corpo do material elaborado, algumas perguntas foram empregadas na qualidade de catalisadores para a imersão do sujeito, tornando-as elementos motivacionais e fundamentais para o despertar da curiosidade. Para isso, atribuiu-se um estilo lingüístico (de escrita) contextualizado, de modo a conduzir o aluno a refletir sobre os tópicos sintetizados. Assim, por meio da organização proposta, acredita-se que a apresentação dos conceitos no estudo da tabela periódica irá obter uma organização coesa e coerente, visando atender os professores no planejamento e aplicação desses tópicos no ensino médio, potencializando a prática pedagógica.

Pontua-se que o material desenvolvido pode ser disponibilizado tanto no formato de um *e-book* – considerando a praticidade dos alunos em carregá-lo em seus dispositivos móveis – como, também, impresso, possibilitando a revisitação na articulação com futuros conteúdos químicos tratados pelos professores. Além disso,

assim como o material desenvolvido pode se tornar um aporte didático para professores e alunos, enfatizamos a sinergia do mesmo com o conteúdo teórico da dissertação, a qual se faz como um recurso adicional para os docentes que buscam maiores informações acerca da tabela periódica na elaboração de suas aulas.

É importante salientar que a segunda etapa foi pautada em um questionário semiaberto (APÊNDICE C) contemplando sete perguntas, com o caráter de validação do objeto educacional (APÊNDICE D) desenvolvido a partir das lacunas no ensino da tabela periódica identificadas nas entrevistas com os sujeitos da pesquisa.

Em seguida, o questionário e o *e-book* foram disponibilizados para os quatro professores participantes, os quais tiveram por um período pré-estabelecido de quinze a vinte dias, a oportunidade de conhecer o material e responder ao questionário.

## 5. CAPÍTULO TEÓRICO

### 5.1. CONCEITOS QUÍMICOS MEDIADORES DA TABELA PERIÓDICA

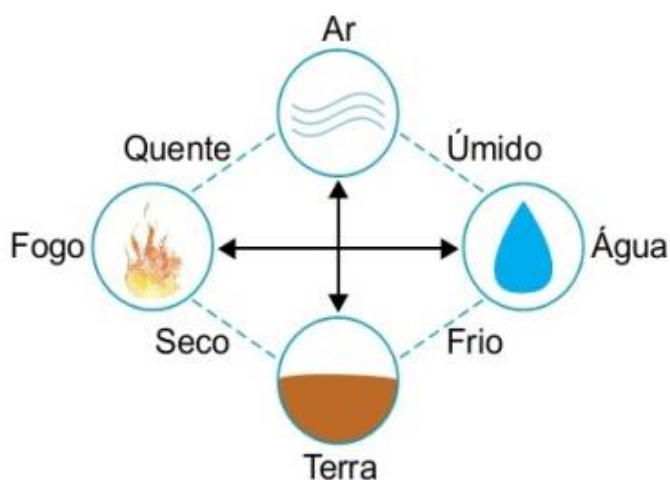
Isolados ou combinados, desde a Antiguidade muitos elementos químicos da tabela periódica já eram utilizados. O conceito de elemento químico é um dos mais importantes da Química, fundamental para o desenvolvimento dessa Ciência que começou a se estruturar a partir da necessidade de explicar as transformações observadas na natureza, sendo os filósofos pré-socráticos, os primeiros a vinculá-lo às especulações quanto aos princípios constituintes da matéria (OKI, 2002).

De acordo com Atkins e Jones (2012), os gregos acreditavam que haviam quatro elementos (terra, ar, fogo e água) que podiam produzir todas as demais substâncias quando combinados nas proporções corretas. Embora filósofos como Tales de Mileto, Anaxímenes e Heráclito já discutissem tal ideia, foi Empédocles (cerca de 490 - 430 a.C.) o responsável por unificar tais ideias e propor a “Teoria dos Quatro Elementos” a fim de explicar a constituição da matéria e suas transformações.

Segundo Strathern (2002), Tales de Mileto foi o primeiro pensador a ter a ideia de elemento, considerando a água como primordial no desenvolvimento do mundo. Posteriormente, no século V, o filósofo Leucipo sugeriu a ideia de átomo (partícula) que, em grego, significa indivisível, sendo a mesma aprimorada por Demócrito, seu discípulo, e retomada com credibilidade somente no século XIX, com os experimentos do químico e físico inglês John Dalton.

De acordo com Oki (2002), os quatro “elementos-princípios” de Empédocles foram adotados com qualidades características pelo importante filósofo grego Aristóteles (384 – 322 a.C), o qual considerava que tudo era formado por uma matéria de base ou substrato “hyle” unindo-se às qualidades responsáveis pela aparência e forma, sendo: quente, seco, frio e úmido. De maneira que, todas as substâncias seriam formadas pelos quatro elementos e cada um sendo caracterizado por um par de qualidades (Figura 2).

**Figura 2. Imagem simbólica sobre os quatro elementos constituintes da matéria.**



Fonte: Disponível em: <<http://quibid.blogspot.com>>. Acesso em 10 mai. 2018.

Embora essa teoria tenha sido cunhada e empregada por grandes pensadores da Antiguidade, o conceito de elemento químico mudou ao longo do tempo: a concepção expressa nos quatro elementos aristotélicos é diferente daquela adotada por Lavoisier no século XVIII. Assim como, o conceito que assumimos hoje não considera os quatro elementos supracitados como elementos químicos propriamente ditos. É válido dizer que, a mudança de olhar é efetivada, ainda, conforme as novas ideias de átomo foram incorporadas ao longo do tempo, em especial, no século XIX.

Utilizando a água como exemplo, é importante salientar que, graças aos trabalhos dos estudiosos Cavendish, Scheele, Priestley e Lavoisier, no final da década de 1770, sabe-se que a água não é um elemento químico como se acreditava, mas, a combinação de duas espécies químicas na proporção 2:1 ( $H_2O$ ).

Segundo Ferreira e Cordeiro (2017), nesse período houve também, o episódio conhecido como “Controvérsia da Água” protagonizado por Lavoisier, Cavendish e Watt, os quais disputaram o mérito pela descoberta de que a água é sintetizada a partir de hidrogênio e oxigênio.

Um fato histórico significativo para a ressignificação do conceito de elemento foi o postulado de Dalton sobre os átomos, proposto no início do século XIX, ao considerar que: 1. Elementos são feitos de partículas minúsculas chamadas átomos; 2. Todos os átomos de um dado elemento são idênticos; 3. Os átomos de um dado

elemento são diferentes das de qualquer outro elemento; 4. Átomos de um elemento pode combinar com átomos de outros elementos para formar compostos, tendo este sempre a mesma relação do número de tipos de átomos; 5. Átomos não podem ser criados, divididos em partículas, nem destruídos no processo químico; uma reação química simplesmente muda a maneira como átomos são agrupados.

Como pré-requisito para iniciar o estudo da Classificação Periódica dos Elementos, julgamos importante que os alunos tenham a clareza das definições de átomos, elementos, compostos e moléculas, conceitos estes que geram grande confusão.

### **5.1.1. Átomos**

O átomo é um sistema energético estável, eletricamente neutro, que consiste em um núcleo denso, positivamente carregado, envolvido por elétrons. A combinação e a separação dos átomos envolvem forças elétricas, determinando a construção de toda a matéria. Os átomos são, basicamente, formados por unidades chamadas prótons, elétrons e nêutrons. Os prótons carregam uma carga elétrica positiva, os elétrons carregam uma carga elétrica negativa e os nêutrons não carregam carga elétrica.

Os prótons e nêutrons se agrupam na parte central do átomo, chamado núcleo, e os elétrons "orbitam" esta região. Um átomo neutro sempre possuirá o mesmo número de prótons e elétrons e, normalmente, quantidades iguais de nêutrons e prótons.

Ainda que os livros didáticos do ensino médio tragam as três partículas como sendo fundamentais na estrutura do átomo, considera-se hoje que apenas o elétron, dentre essas, é uma partícula fundamental, também chamada de elementar, uma vez que, prótons e nêutrons são formados por partículas ainda menores denominadas quarks e glúons. Os prótons contêm dois quarks up "para cima" e um down "para baixo", enquanto os nêutrons contêm um quark up "para cima" e dois quarks down "para baixo". Os glúons são responsáveis por 'ligar' os quarks uns aos outros.

É importante ressaltar que a presença dos elétrons significa neutralidade do átomo devido a carga antagônica que possui em relação ao próton. Isso vale, sobretudo, para o estado fundamental, o qual significa que o número de elétrons em

torno do núcleo é igual ao número de prótons em seu núcleo. Quando a quantidade de elétrons que orbitam o núcleo é alterada, este átomo passa a ser intitulado **íon**, podendo ser classificado como **cátion** (quando há “perda” de elétron(s)) ou **ânion** (quando há “ganho” de elétron(s)), com intuito de alcançar a estabilidade por meio das ligações químicas.

Quanto ao aparecimento de propriedades diferentes para um mesmo elemento está relacionado, apenas, às diferenças no número de nêutrons, sendo estes intitulados de isótopos. Além disso, o número atômico (Z) corresponde ao número de prótons em seu núcleo, responsável por determinar um elemento químico. Enquanto, a massa atômica (A) relativa de um elemento é determinada pelo valor médio dos diferentes isótopos desse elemento.

Geralmente, o conceito de elemento químico é introduzido já nos primeiros capítulos dos livros de Química. Isso reafirma que, assim como os conceitos de átomo, molécula, substância e outros, esse é considerado um conceito estruturante para a aprendizagem desta Ciência.

Para Atkins e Jones (2012), toda matéria é constituída de várias combinações de formas simples, chamadas ‘elemento químico’ que, por sua vez, é uma substância formada por um único átomo. Assim, conforme traz Russell (2012), a palavra elemento significa “*o mais elementar*”, “*o mais simples*”, considerado como uma substância pura simples (constituída por apenas um tipo de átomo), fundamental e elementar.

Vale pontuar que, as ideias precedentes quanto a constituição da matéria e o conceito de elemento químico não são compreensões erradas ou equivocadas que foram substituídas por verdades. A história da Química, construída sob intensos debates e diferentes contextos, demonstra as rupturas entre as novas concepções de Ciência e as concepções passadas (MORTIMER, 1992), reforçando que essa, como qualquer outra Ciência, é um constructo humano de prisma interpretativo e provisório.

### **5.1.2. Elementos**

O elemento é uma substância constituída por apenas um tipo de átomo, como se observa com o gás hidrogênio (H<sub>2</sub>), o gás oxigênio (O<sub>2</sub>), e, o carbono (C - grafite). Por exemplo, o elemento hidrogênio é formado de átomos contendo um

único próton e um único elétron. A possível alteração no número de prótons que um átomo possui indica a formação de um novo elemento. Se fosse possível observar o núcleo dos átomos de hidrogênio, perceberíamos que a maioria dos átomos não teria nêutrons (hidrogênio), alguns deles teriam um nêutron (deutério) e uma quantidade menor ainda teriam dois nêutrons (trítio). As diferentes composições de nêutrons no núcleo são chamadas de isótopos. Todos os isótopos de um determinado elemento têm o mesmo número de prótons, mas possuem números diferentes de nêutrons. Se alterar o número de nêutrons que um átomo possui, um novo isótopo será formado desse elemento.

### **5.1.3. Compostos e moléculas**

Quanto ao conceito de (compostos), entende-se que este é constituído por dois ou mais átomos de diferentes elementos químicos unidos por ligações químicas. A separação dos átomos acontece quando as ligações são rompidas por meio de uma reação química, temperatura ou pressão.

Já a classificação de uma (molécula) depende do tipo de ligação que é formada quando seus átomos se unem. Em geral, os elétrons podem ser compartilhados entre átomos (ligação covalente ou molecular) ou os elétrons podem ser completamente removidos de um átomo e doados a outro (ligação iônica). O nitrogênio gasoso ( $N_2$ ) é uma molécula porque existe uma ligação molecular entre os átomos de nitrogênio. A água ( $H_2O$ ) é um composto molecular por causa da ligação molecular entre os átomos de hidrogênio e oxigênio, podendo se referir à molécula de água. O sal ( $NaCl$ ) é um composto iônico por causa da ligação iônica. A presença da ligação molecular é o pré-requisito para a classificação das moléculas.

Em concordância com o exposto, é importante salientar que as fórmulas químicas são usadas para descrever os tipos de átomos e seus números em um elemento ou composto. Quando mais de um átomo é encontrado em um elemento ou composto, um índice numérico é usado para indicar a proporção na fórmula química.

## 5.2. ELEMENTOS HISTÓRICOS DA TABELA PERIÓDICA

A partir dos fatos sintetizados, podemos dizer que o marco inicial para a elaboração da tabela periódica, ou seja, da organização dos elementos conforme conhecemos hoje, está fundamentado, até o momento, na ideia de que os átomos representados pelos elementos químicos são os blocos constituintes da matéria.

Sabe-se que por volta de 1700 a.C., diversos elementos eram conhecidos como o ouro, cobre, ferro, estanho e prata. Em busca da pedra filosofal dos alquimistas, em 1669, o alemão Henning Brand (1630 – 1710) obteve um material que emitia luz e nomeou-o de fósforo, do grego *phosphoros* que significa portador de luz, considerado a primeira descoberta científica oficial de um elemento (BARRETO et al., 2016), uma vez que anteriormente a essa data 10 elementos já eram conhecidos.

Contrariando Shriver e Atkins (2008, p. 30), os quais indicam que até meados de 1800 haviam cerca de 18 elementos conhecidos, constata-se, numa revisão realizada para esta dissertação, que até o período descrito, 33 elementos já eram conhecidos (Tabela 2).

**Tabela 2. Relação da quantidade de elementos descobertos por ano.**

ANO DE DESCOBERTA	ELEMENTOS	QUANTIDADE DE ELEMENTOS ATÉ A DATA REFERIDA
<b>Desconhecido</b>	Fe, Cu, Ag, Au, Hg, C, Sb, Sn, Pb	9
<b>1250</b>	As	10
<b>1669</b>	P	11
<b>1735</b>	Pt	12
<b>1735</b>	Co, Pt	14
<b>1746</b>	Zn	15
<b>1751</b>	Ni	16
<b>1753</b>	Bi	17
<b>1755</b>	Mg	18
<b>1766</b>	H	19
<b>1772</b>	N	20
<b>1774</b>	O, Cl, Mn	23



1777	S	24
1778	Mo	25
1782	Te	26
1783	W	27
1789	U	28
1790	Sr	29
1791	Ti	30
1794	Y	31
1797	Cr	32
1798	Be	33
1801	V, Nb	35
1802	Ta	36
1803	Rh, Pd, Os, Ir, Ce	41
1807	Na, K	43
1808	B, Ca, Ba	46
1811	I	47
1817	Se, Cd, Li	50
1824	Si	51
1825	Al, Re	53
1826	Br	54
1828	Th	55
1839	La	56
1843	Tb, Er	58
1844	Ru	59
1860	Cs	60
1861	Rb, Tl	62
1863	In	63
1868	He	64
1875	Ga	65
1878	Ho, Yb	67
1879	Sm, Tm, Sc	70
1880	Gd	71
1885	Pr, Nd	73
1886	F, Ge, Dy	76
1894	Ar	77
1898	Ne, Kr, Xe, Po, Ra	82
1899	Ac	83

<b>1900</b>	Rn	84
<b>1901</b>	Eu	85
<b>1907</b>	Lu	86
<b>1913</b>	Pa	87
<b>1923</b>	Hf	88
<b>1937</b>	Tc	89
<b>1939</b>	Fr	90
<b>1940</b>	At, Np, Pu	93
<b>1944</b>	Am, Cm	95
<b>1945</b>	Pm	96
<b>1949</b>	Bk	97
<b>1950</b>	Cf	98
<b>1952</b>	Es	99
<b>1953</b>	Fm	100
<b>1955</b>	Md	101
<b>1958</b>	No	102
<b>1961</b>	Lr	103
<b>1964</b>	Rf	104
<b>1967</b>	Db	105
<b>1974</b>	Sg	106
<b>1981</b>	Bh	107
<b>1982</b>	Mt	108
<b>1984</b>	Hs	109
<b>1994</b>	Ds, Rg	111
<b>1996</b>	Cn	112
<b>1998</b>	Fl	113
<b>2000</b>	Lv	114
<b>2003</b>	Nh, Mc	116
<b>2006</b>	Og	117
<b>2010</b>	Ts	118

Fonte: Própria autoria

### 5.3. OS SÉCULOS DOS GASES

Dentre os diversos elementos químicos descobertos no século XVIII e XIX, é válido ressaltar a relevância de alguns desses elementos na história da Química.

Em 1766, o hidrogênio foi descoberto pelo britânico Henry Cavendish (1731 – 1810), o qual utilizou os estudos pneumáticos de Stephen Hales e Joseph Black para isolar o gás hidrogênio, o qual nomeou de “ar inflamável”, adicionando ácidos sobre metais já conhecidos como o zinco, cobre e estanho. Cavendish fez contribuições vitais para a compreensão da composição da água (GREENBERG, 2009).

O nome hidrogênio, do grego *hidro* e *genes*, ‘gerador de água’ é um gás incolor, inodoro, insípido e inflamável. É o elemento químico mais simples, considerado o mais abundante no universo: estima-se em 75% da massa de toda matéria, responsável por 0,9% da massa de nosso planeta. Foi preparado pela primeira vez, por Paracelsus, alquimista suíço do século XVI, reagindo certos ácidos com alguns metais já conhecidos. Porém, somente em 1766, é que Cavendish distinguiu-o dos demais gases inflamáveis. Em 1781, Antoine Laurent Lavoisier (1743 –1794) chamou-o de hidrogênio (PEIXOTO, 1995).

Por volta de 1772, o sueco Carl Wilhelm Scheele (1742 – 1786) produziu um gás por mais de onze métodos e que nomeou de “ar de fogo” ou “ar ígneo” por causa da chama intensa produzida quando passa pelo carvão (MAAR, 2008 apud FERREIRA; CORDEIRO, 2017). Tanto Scheele como Joseph Priestley acreditavam na “Teoria do Flogístico”, proposta pelo alquimista alemão Johann J. Becher (1635-1682), sendo então retomada no século XVIII por Georg Ernst Stahl (1659-1734), o qual recebeu o crédito por esta. O flogisto, termo proveniente da palavra grega *phlogiston* (inflamar-se), era considerado como o fluido responsável pela queima dos corpos, com características de ser invisível e não possuir peso (FERREIRA & CORDEIRO, 2017). Os resultados dos trabalhos de Scheele foram publicados pela primeira vez na muito rara edição de 1777 de *Chemische Abhandlung von den Luft und dem Feuer* (GREENBERG, 2009).

Posteriormente, em 1º de agosto de 1774, o inglês Joseph Priestley (1733 – 1804) descobriu o oxigênio, por meio do aquecimento de HgO vermelho (*mercurius calcinatus*) hoje conhecido como óxido de mercúrio, o qual, por sua vez, foi obtido pelo aquecimento de mercúrio exposto ao ar ou pela reação do mercúrio com o ácido nítrico. A esse extraordinário ar novo, que mantinha a combustão e a respiração, nomeou de “ar desflogisticado” (GREENBERG, 2009).

O gás produzido ficou conhecido como oxigênio (do grego, *oxi*, ‘azedo’, *gênio*, ‘gerador de’, ou, ‘eu produzo’), nomeado por Lavoisier, em 1777, por acreditar

erroneamente que ele era um constituinte essencial de todos os ácidos (que aliás, não são exatamente de sabor azedo, mas sim, ácido) (PEIXOTO, 1998).

Hoje, Scheele é reconhecido como o incontestável descobridor do oxigênio. Porém, foi Lavoisier que nomeou o oxigênio de “ar vital” e percebeu que este gás que Scheele chamava de “ar vitríolo”, era a substância simples de um elemento chave para o atual conceito de combustão. Levando-o a derrubar a “Teoria do Flogístico” e a instituir a química moderna (PEIXOTO, 1998).

A descoberta do nitrogênio foi anunciada na tese de doutorado do escocês Daniel Rutherford (1749 – 1819), em 12 de setembro de 1772, na Universidade de Edinburgo, chamado por ele de “ar nocivo”, porque não servia para manter a vida. Curiosamente, não percebeu que o nitrogênio era um constituinte do ar. Também conhecido como “azoto” (do grego, *azoti*, não vida). Porém, o nome nitrogênio foi dado por Jean – Antoine Claude Chaptal (1756 – 1832), em 1790, percebendo que o mesmo era um constituinte do ácido nítrico e dos nitratos (grego, *gênio*, formador de, *nitron*, nitratos) (PEIXOTO, 1998).

Sendo isolado, em 1785, por Cavendish e, em 1908, Fritz Haber (1868 – 1934) desenvolveu um processo de extração de nitrogênio do ar e a produção de amônia (NH<sub>3</sub>) para ser usada como fertilizante do solo. Ainda foi mencionado, no extraordinário artigo “Observations on different kinds of air”, em 1772, no qual Priestley descreveu a obtenção e propriedades de gases já observados por outros estudiosos, porém, não de maneira tão sistemática. Dentre eles, o nitrogênio, o ar que resta depois que uma vela se queima em ar comum e que o CO<sub>2</sub> é precipitado com água de cal – o chamou de “ar flogisticado”, chamado, também, por outros estudiosos de “ar mefítico” (GREENBERG, 2009).

Quanto ao enxofre é oriundo de ‘*sulfur*’, nome latino. Interessantemente, apesar de ter sido classificado como elemento somente em 1777, pelo Lavoisier e os franceses Joseph Gay-Lussac e Louis Thenard mostraram ser ele uma substância simples, sua história perde-se na Antiguidade. Já conhecido de épocas remotas, é citado no *Gênese* e no *Ayurveda*. O homem pré-histórico fez uso dele como pigmento de pintura em cavernas. Assim como, já havia sido empregado como medicamento em tônicos especiais. Estima-se que o enxofre seja o nono elemento mais abundante no universo (PEIXOTO, 2002).

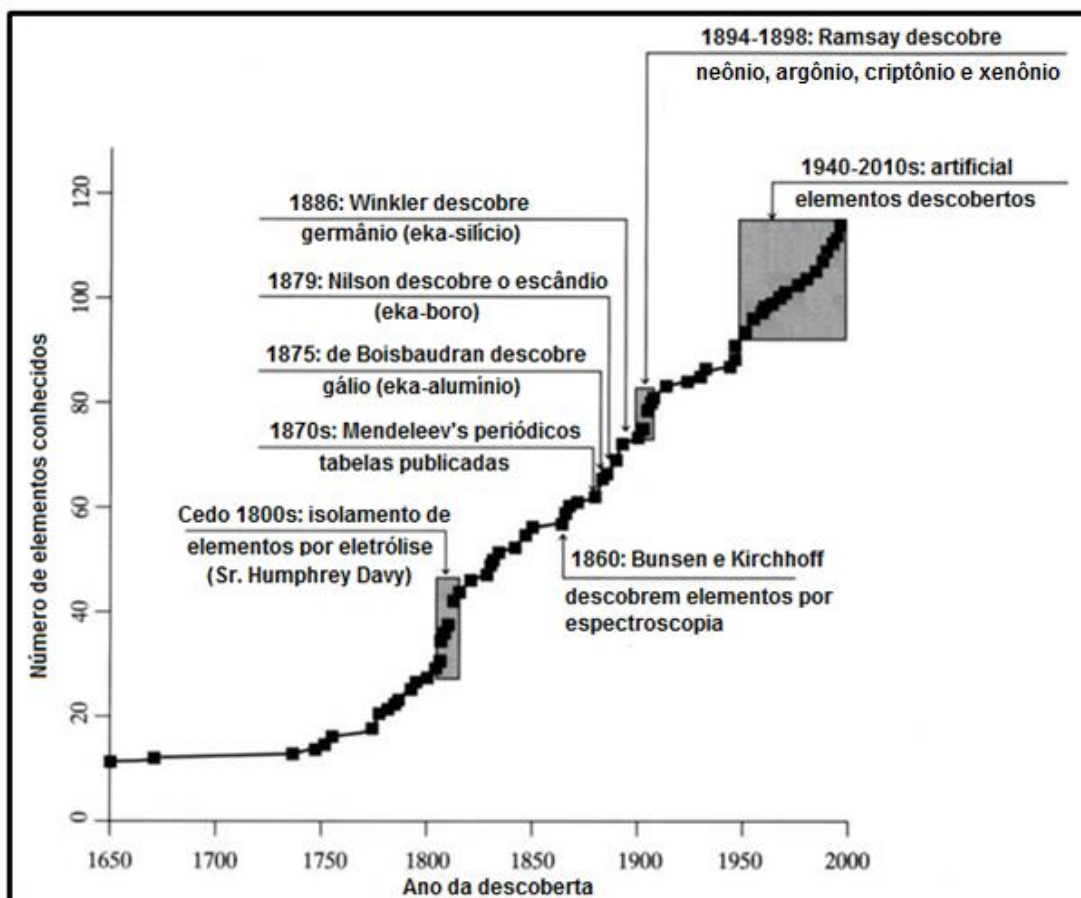
Já, o elemento hélio, do grego *helios*, sol. Segundo o Peixoto (1995), constitui 0,000001% da massa do planeta e 23% da massa do universo visível.

Sendo o único líquido que não se solidifica pela simples diminuição da temperatura, à pressão atmosférica ambiente. Em 1868, o astrônomo francês Pierre-Jules-César Janssen (1824 – 1907), ao realizar o primeiro estudo da cromosfera solar durante um eclipse total do Sol, notou uma nova radiação amarela (linha espectral) que não coincidia com a linha amarela do sódio e nem ser reproduzida em laboratório com nada conhecido até então. Simultaneamente, o astrônomo inglês Norman Lockyer (1836 – 1920), atribuiu à mesma, ao que seria o átomo de um novo elemento, que o chamou de hélio.

O gás hélio foi isolado pela primeira vez, em 1895, por Willian Ramsay, através do tratamento do minério de urânio (cleveita) com ácidos minerais. Ao mesmo tempo, na Suíça, e de forma independente, Per Cleve e seu aluno Nils Abraham Langlet investigavam a cleveita e identificaram o hélio, espectroscopicamente (PEIXOTO, 1995). Isso demonstra que as descobertas históricas da Ciências não são fenômenos temporais e culturais isolados, tampouco, determinados por personagens únicos.

No final do século XIX, a quantidade de novos elementos químicos descobertos foi elevada para 83, o que ocorreu graças à contribuição da espectroscopia atômica nos estudos. O número de elementos descobertos em função do tempo, pode ser observado a seguir, no gráfico elaborado por Rodgers (2011).

Figura 3. Linha do tempo – Elementos descobertos / Tempo.



Fonte: Rodgers (2011) - Tradução: Própria autoria.

#### 5.4. IMPORTANTES CONTRIBUIÇÕES NA HISTÓRIA DA TABELA PERIÓDICA

Sabe-se que a tabela periódica é um valioso material no ensino de Química que organiza os elementos químicos e traz várias informações a respeito de suas propriedades representando, ainda, um marco na história da Ciência e do esforço de diversos estudiosos.

À medida que os trabalhos foram desenvolvidos e se descobria novos elementos químicos, sentiu-se a necessidade de organizar esses elementos de acordo com as suas características ou propriedades químicas. A tabela periódica surgiu, então, da necessidade de agrupar elementos com propriedades químicas e físicas semelhantes [periódicas], e separar os que não tinham nada em comum, ou seja, organizar os elementos químicos de maneira que suas semelhanças, diferenças e tendências estivessem mais evidentes (OLIVEIRA et al., 2015).

De acordo com os autores Kotz, Treichel e Weaver (2012, p. 69):

Em seu livro *Nature's Building Blocks* (Os blocos de construção na natureza) (New York, Oxford University Press, p. 527), John Emsley nos diz que “enquanto houver estudo da química, existirá uma Tabela Periódica. Mesmo que algum dia nos comuniquemos com uma outra parte do Universo, podemos ter certeza de que uma das coisas que ambas as culturas terão em comum será um sistema ordenado dos elementos que será instantaneamente reconhecido pelas duas formas inteligentes de vida.”

É válido pontuar que, a tabela e a lei periódica não são sinônimos. A tabela representa uma organização da classificação periódica e um produto estilístico cujo desenvolvimento pressupõe a existência de uma lei periódica, que observa regularidades na variação de propriedades físicas e químicas dos diferentes elementos (TARGINO; BALDINATO, 2016). Além disso, conforme as propriedades dos elementos foram elucidadas, a lei periódica permitiu a sistematização e a acomodação dos elementos no que chamamos de tabela periódica.

Segundo Carvalho (2012), no século XVIII, a linguagem química existente ainda possuía forte conotação alquímica (simbólica). As substâncias eram identificadas por nomes arbitrários, ora representando as suas qualidades, ora derivados de termos astrológicos, ora nome de pessoas, ora de lugares. Comumente, havia a existência de dez a quinze nomes diferentes para designar uma determinada substância química, tais como, “fígado de antimônio”, “manteiga de arsênio”, “safrão de Marte”, “flor de bismuto”, “sal da sabedoria”.

A definição do conceito do elemento químico como substância simples foi relevante e começou a aparecer nos trabalhos de Lavoisier, diferentemente como a maioria dos químicos estavam habituados. A seguir, Dalton, em seus estudos, associou as substâncias simples a átomos simples. Além de determinar as massas atômicas relativas, trabalho que inspirou Berzelius (LEITE; PORTO, 2015).

Assim, a hipótese atômica de Dalton marcou o começo da química clássica e de uma extensa busca de explicações racionais dos fatos químicos, se desenvolvendo ao longo do século XIX e transformada por uma série de novas ideias inseridas por diversos estudiosos como a de molécula introduzida por Avogadro, de valência por Frankland, Couper e Kekulé e a distribuição espacial dos átomos na molécula por Van't Hoff e Le Bel (MORTIMER, 1992).

A sistematização de Linnaeus, por exemplo, inspirou os químicos franceses, em 1786, Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Claude-Louis Berthollet (1748-1822), Antoine Fourcroy (1755-1809) e Antoine L. Lavoisier (1743-1794) a

sistematizar a nomenclatura química, que resultou na publicação do livro *Méthode de Nomenclature Chimique*, em 1787. Isto foi possível, baseando nos pensamentos linguísticos de Condillac e tendo como inspiração John Locke e os ideais iluministas e, conseqüentemente, contribuíram para a invalidação da teoria do flogisto defendida por Georg Ernst Stahl. Posteriormente, destituída definitivamente, com a descoberta acidental do oxigênio feita por Joseph Priestley (denominada *ar deflogisticado*), em 1774 (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997; CARVALHO, 2012).

Conforme os autores Tolentino; Rocha-Filho e Chagas (1997) afirmam, o *Traité Élémentaire de Chimie*, escrito em 1789, por Lavoisier marcou a transição entre os conhecimentos não metodizados e os oriundos de uma herança alquímica e o saber químico metódico, característico da ciência moderna. Neste, já é possível verificar uma sistematização do conhecimento químico.

Figura 4. Tabela das substâncias simples

	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.		Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
Substances simples qui appartiennent à un seul élément, & qu'on peut regarder comme les éléments des corps.	Lumière .....	Lumière.	Substances simples métalliques oxidables & acidifiables.	Antimoine .....	Antimoine.
	Calorique.....	Chaleur.		Argent .....	Argent.
		Principe de la chaleur.		Arsenic .....	Arsenic.
	Oxygène .....	Fluide igné.		Bismuth .....	Bismuth.
		Feu.		Cobalt .....	Cobalt.
		Matière du feu & de la chaleur.		Cuivre .....	Cuivre.
		Air déphlogistiqué.		Etain .....	Etain.
		Air empiréal.		Fer .....	Fer.
	Azote.....	Air vital.		Manganèse.....	Manganèse.
		Base de l'air vital.		Mercuré .....	Mercuré.
Hydrogène.....	Gaz phlogistiqué.	Molybdène .....	Molybdène.		
	Base de la mofète.	Nickel.....	Nickel.		
Soufre .....	Gaz inflammable.	Or .....	Or.		
	Base du gaz inflammable.	Platine .....	Platine.		
Phosphore .....	Soufre.	Plomb .....	Plomb.		
Carbone .....	Phosphore.	Tungstène .....	Tungstène.		
	Charbon pur.	Zinc .....	Zinc.		
	Inconnu.	Chaux .....	Terre calcaire, chaux.		
Radical muriatique ..	Inconnu.	Magnésie .....	Magnésie, base du sel d'épſom.		
Radical fluorique ..	Inconnu.	Baryte .....	Baryte, terre pesante.		
Radical boracique ..	Inconnu.	Alumine .....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.		
			Silice .....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.	

Fonte: Publicada no *Traité Élémentaire de Chimie*, p.192 Lavoisier (1789) apud Tolentino; Rocha-Filho e Chagas (1997).



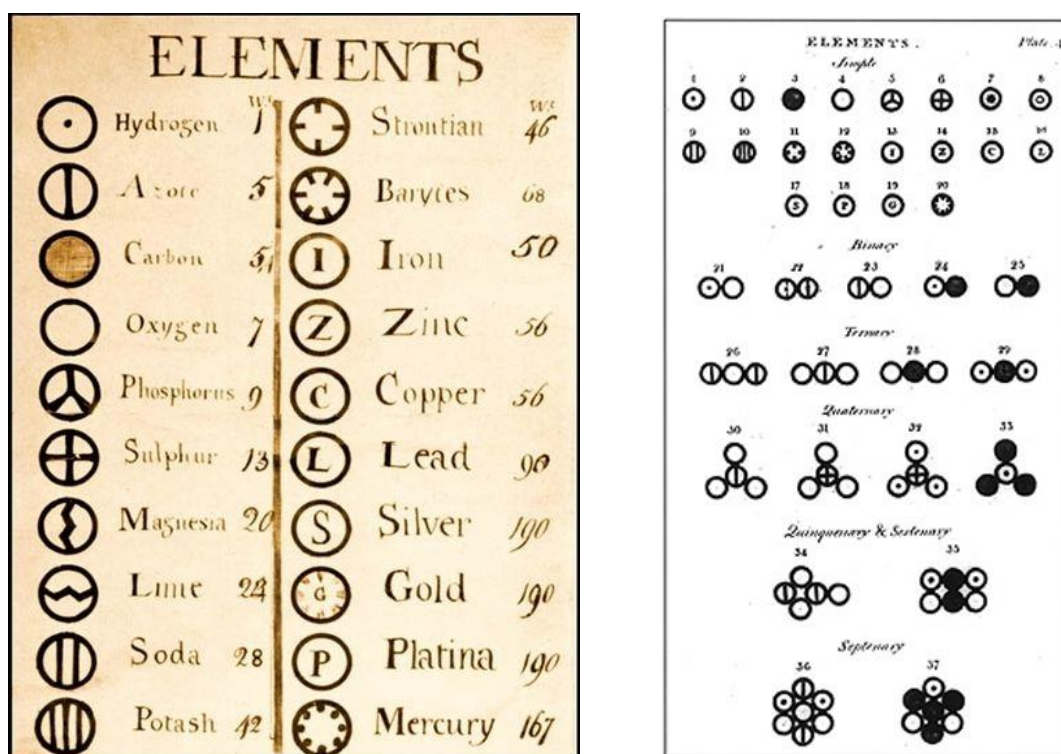
## 5.5. OS PRECURSORES DA CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

### 5.5.1. John Dalton (1828)

A primeira tentativa de classificação dos elementos, com simbologia característica, ocorreu em 1828, por John Dalton (1766 – 1844), que buscava encontrar uma resposta aos tantos questionamentos sobre como ordenar os elementos conhecidos e, para isso, listou-os em ordem crescente de massa atômica.

Porém, percebeu-se que esta classificação não era a mais adequada, pois os elementos que tinham propriedades semelhantes possuíam massas atômicas muito distantes (BARRETO et al., 2016).

**Figura 5. Representação dos átomos, do livro de Dalton *A new system of chemical philosophy* (Manchester, 1808 – 1810)**



Fonte: Greenberg (2009, p. 205)

### 5.5.2. Johann Döbereiner e as tríades (1829)

No ano seguinte, em 1829, Johann W. Döbereiner (1780-1849), professor em Jena (na Alemanha), observou que ao agrupar certos elementos químicos com

propriedades semelhantes, em sequências de três (denominada tríades), ocorriam curiosas relações numéricas entre os valores de seus “pesos” atômicos (chamado hoje de massa atômica). A primeira tríade reconhecida por Döbereiner era constituída por elementos químicos recentemente descobertos: cálcio, estrôncio e bário. A seguir, novas tríades foram sendo caracterizadas: cloro, bromo e iodo; enxofre, selênio e telúrio; manganês, ferro e cobalto; etc. A partir daí, a conclusão, o que caracterizava uma tríade era as propriedades semelhantes de seus componentes e, principalmente, o fato do peso atômico do elemento central ser aproximadamente igual à média daqueles dos extremos, elaborando a “Tríades de Elementos Químicos” (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997; BARRETO et al., 2016) – Tabela 3.

**Tabela 3. Periodicidade das tríades de Döbereiner e a média dos elementos previstos.**

<b>TRÍADES DE DÖBEREINER</b>			
<b>1ª Tríade</b>	<b>2ª Tríade</b>	<b>3ª Tríade</b>	<b>4ª Tríade</b>
Cálcio (40,078)	Cloro (35,45)	Enxofre (32,06)	Manganês (54,938)
Estrôncio (87,62)	Bromo (79,904)	Selênio (78,971)	Ferro (55,845)
Bário (137,33)	Iodo (126,90)	Telúrio (127,60)	Cobalto (58,933)
<b>Média = 88,70</b>	<b>Média = 81,18</b>	<b>Média = 79,83</b>	<b>Média = 56,94</b>

Fonte: Própria autoria.

Ainda podemos apontar alguns personagens que influenciaram as tentativas de classificação dos elementos no século XIX. Dentre os quais pode ser destacado o químico francês Jean Baptiste A. Dumas (1800-1884), o qual está entre aqueles que tentaram explicar as tríades de Döbereiner, mas não houve conclusões aceitáveis. Apesar de tudo, as tríades já ensaiavam uma certa capacidade de previsão, permitindo ao descobridor do bromo, o químico francês Antoine Balard (1802-1876), em 1826, predizer que este elemento formaria uma tríade com o cloro e o iodo (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

É importante ressaltar que, as tríades de Döbereiner apresentavam limitações, tais como, não levavam em consideração os isótopos e que nem todos

os elementos químicos conhecidos na época podiam ser classificados como tríades, ou seja, era aplicável para poucos elementos químicos semelhantes.

Em 1849, o químico e médico suíço Germain Hess (1802-1850), mais conhecido pela “Lei de Hess” da Termoquímica, em seu livro *Fundamentos da Química Pura*, introduziu a ideia de “família” de elementos químicos, descrevendo quatro grupos de não metais com propriedades químicas semelhantes, sendo: [I, Br, Cl, F]; [Te, Se, S, O]; [C, B, Si]; [N, P, As]. Posteriormente, o químico britânico William Odling (1829-1921) publicou, em 1857, uma classificação de 13 grupos, muitos deles tríades (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

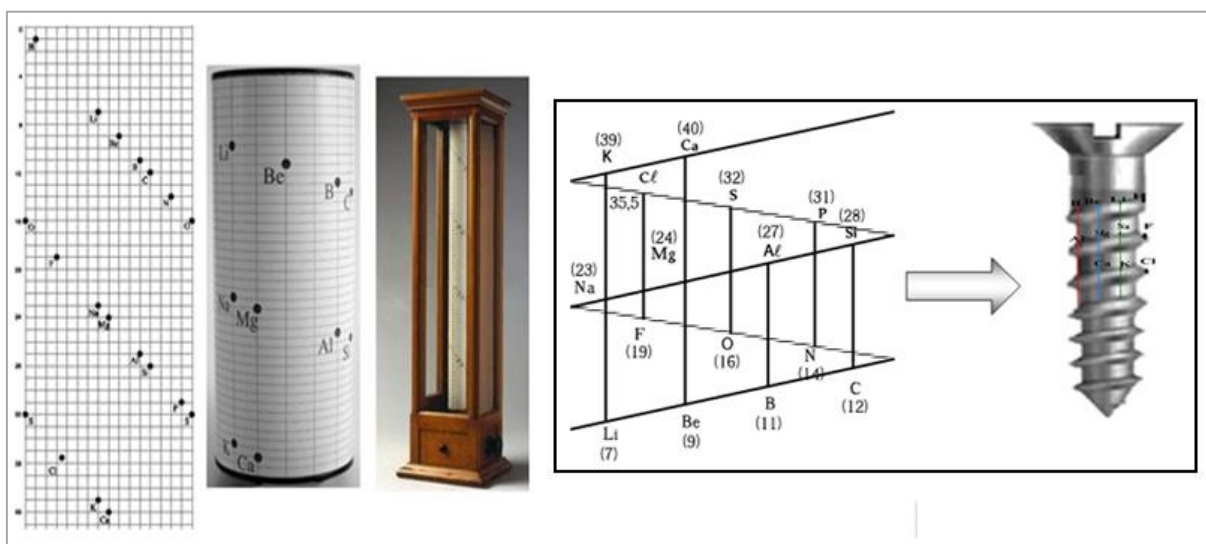
Até a primeira metade do século XIX, houve uma intensa polêmica sobre os pesos atômicos e os pesos equivalentes. Devido os átomos dos diferentes elementos serem extremamente pequenos e da dificuldade de serem medidos, conforme Strathern (2002) aponta, a determinação do peso dos átomos deveria estar relacionada ao peso do hidrogênio equivalente a uma (1) unidade, elemento mais leve conhecido. Nessa época, havia a discussão de dois métodos: o peso atômico baseado na hipótese de Amedeo Avogadro, de volumes iguais de gases sob temperatura e pressão similares apresentavam iguais números de moléculas. Já, o peso equivalente, a medida do peso de um elemento deveria ser compatível com a quantidade relativa que reagia quimicamente com uma única quantidade de hidrogênio ou equivalente.

O impasse dessa discussão findou, em 1860, com a realização do Congresso de Karlsruhe que ocorreu na Alemanha, sendo considerado o primeiro congresso científico internacional de Química, com a presença de 140 químicos. Uma definição clara sobre os pesos atômicos foi apresentada pelo químico italiano Stanislao Cannizzaro que, baseado nas ideias de Avogadro, demonstrou que era possível encontrar uma solução para o problema dos pesos atômicos e pesos equivalentes, conforme defendeu no seu artigo “Sunto di © Corso di Filosofia Chimica”, publicado no *Il Nuovo Cimento*, em 1858. Durante o citado congresso, suas ideias foram encaradas com resistência, contudo, após serem distribuídas separatas deste artigo para leitura, muitos químicos que participaram do evento foram tocados pela seu trabalho, entre eles, o russo Dimitri Mendeleev e o alemão Lothar Meyer (NOVA; ALMEIDA; ALMEIDA, 2009 apud OLIVEIRA et al., 2015, p. 172).

### 5.5.3. Alexander Chancourtoes e o parafuso telúrico (1862)

Em 1862, o geólogo francês Alexander Emile Beguyer de Chancourtoes (1820- 1886), apresenta o primeiro esboço de periodicidade dos elementos químicos. Ele propõe uma relação entre massa atômica e a propriedade dos elementos, dispondo-os em uma superfície cilíndrica inclinada, desenhando uma espiral, em uma linha diagonal formando um ângulo de 45° com a horizontal de modo que os elementos com propriedades semelhantes se situavam na mesma linha vertical. Essa disposição dos elementos ficou conhecida como “Parafuso Telúrico” (TOLENTINO, ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997 apud BARRETO et al., 2016).

**Figura 6. Parafuso telúrico criado por Chancourtois, em 1862.**



Fonte: Disponível em: <<https://www.tabelaperiodicacompleta.com/historia-da-tabela-periodica>>.

Acesso em: 18 fev. 2018.

Além disso, Chancourtoes reconheceu primeiro que a cada sete elementos as propriedades semelhantes reapareciam, assim, concluiu que as propriedades dos elementos eram expressas em função da sua massa atômica, o que o levou a propor que as propriedades dos elementos são as propriedades dos números e com esse esquema foi capaz de prever a estequiometria de vários óxidos metálicos. A sua proposta não foi muito conhecida e divulgada porque o esquema era relativamente complexo, afinal, incluía também compostos (MENDES, 2011 apud OLIVEIRA et al., 2015, p. 172).

De acordo com os autores Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997, p. 105), o nome “telúrico” referia-se ao fato do elemento telúrio estar localizado na região mediana da disposição cilíndrica, como também decorria de considerações filosóficas e geognósticas, pois “tellus” tem também o sentido mais profundo de matriz, de terra que alimenta. Além de sua linguagem ser mais mineralógica que química.

#### **5.5.4. John Newlands e as lei das oitavas (1863)**

Em 1863, o químico britânico John Alexander Reina Newlands, enunciou uma classificação contendo onze grupos baseados em analogias nas propriedades químicas, iniciando a noção de período. Os pesos atômicos de muitos pares de elementos com propriedades análogas eram múltiplos de 8.

Daí surgiu a “Lei das Oitavas”, que estabelecia, em termos gerais, que as substâncias simples exibiam propriedades análogas de tal maneira que, considerada uma dada substância, essa propriedade repetia-se na oitava substância seguinte (na ordem crescente dos pesos atômicos, propostos por Cannizzaro) e com números ordinais começando por H = 1.

Essa comparação com o que acontecia nas escalas musicais (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si, dó, ré...) era devida aos conhecimentos musicais de Newlands. Cabe ilustrar que existem algumas falhas e contradições neste trabalho, pois nas sequências horizontais existem alguns elementos que normalmente não pertenceriam ao grupo, como ocorre com os metais cobalto e níquel, intercalados entre o bromo e o cloro; além disso, o telúrio foi colocado antes do iodo, apesar de seu peso atômico ser maior (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

Apesar de ter sido ridicularizado pela Sociedade de Química de Londres, Newlands sugere uma classificação ordenada, em que se inicia as premissas abrangidas na tabela periódica atual (BARRETO et al., 2016). Conforme a tabela 4, a seguir:

Tabela 4. Limitações da “lei das oitavas” de Newlands.

Elementos com diferentes propriedades alinhados com o Cl

↑

ESCALA MUSICAL	ELEMENTOS ARRANJADOS NAS OITAVAS DE NEWLANDS							
1 <sup>a</sup> – dó	H	F	Cl	Co/Ni	Br	Pd	I	Pt/Ir
2 <sup>a</sup> – ré	Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Tl
3 <sup>a</sup> – mi	Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba/V	Pb
4 <sup>a</sup> – fá	B	Al	Cr	Y	Ce/La	U	Ta	Th
5 <sup>a</sup> – sol	C	Si	Ti	In	Zn	Sn	W	Hg
6 <sup>a</sup> – lá	N	P	Mn	As	Di/Mo	Sb	Nb	Bi
7 <sup>a</sup> – si	O	S	Fe	Se	Ro/Ru	Te	Au	Os

↓

O Te foi colocado antes do I.

Fonte: Tolentino; Rocha-Filho e Chagas (1997) – Adaptada.

#### 5.5.5. William Odling (1864)

Uma das mais curiosas tentativas de classificação foi feita pelo químico britânico William Odling (1829-1921). Em 1864, Odling organizou um sistema de classificação dos elementos conhecidos unindo-os em grupos com propriedades análogas, isto é, considerou as propriedades dos elementos e as dos seus compostos, seguindo a ordem crescente de seus pesos atômicos. Para estabelecer as semelhanças, ele estimou propriedades, tais como, as capacidades caloríficas atômicas (calores atômicos) e a regularidade dos volumes atômicos. Essa classificação pode ser considerada uma das precursoras mais próximas da tabela periódica atual, devido a sua semelhança com as Tabela de Julius Lothar Meyer e Dimitri Ivanovitch Mendeleiev (OLIVEIRA et al., 2015, p. 172; TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

Figura 7. Classificação dos elementos em grupos publicada por Odling

H 1	"	"	Ro 104	Pt 197
"	"	Zn 65	Ru 104	Ir 197
L 7	"	"	Pd 106,5	Os 199
G 9	"	"	Ag 108	Au 196,5
B 11	Al 27,5	"	Cd 112	Hg 200
C 12	Si 28	"	"	Tl 203
N 14	P 31	As 75	U 120	Pb 207
O 16	S 32	Se 79,5	Sn 118	"
F 19	Cl 35,5	Br 80	Sb 122	Bi 210
Na 23	K 39	Rb 85	Te 129	"
Mg 24	Ca 40	Sr 87,5	I 127	"
	Ti 50	Zr 89,5	Cs 133	"
	"	Ce 92	Ba 137	"
	Cr 52,5	Mo 96	Ta 138	Th 231,5
	Mn 55		"	
	Fe 56		V 137	
	Co 59		W 184	
	Ni 59			
	Cu 63,5			

Fonte: Scerri, 2007.

### 5.5.6. Dmitri Mendeleiev e suas previsões (1869)

Ainda em 1864, segundo os autores Barreto et al. (2016), o químico russo Dmitri Ivanovich Mendeleiev (1834 – 1907) surge com a intenção de resolver o grande impasse que a Química presenciava naquele momento. Com seus conhecimentos químicos, Mendeleiev tinha certeza que o “Parafuso Telúrico” elaborado por Chancourtoes estava correto e utilizou deste conhecimento para tentar juntar os elementos.

Conforme já abordado anteriormente, Mendeleiev, após sua participação no Congresso de Karlsruhe (1860), foi um dos químicos que apoiou a ideia do peso atômico como uma característica fundamental do átomo. Sua atividade como professor e mente organizadora o levou a colecionar dados e informações sobre as propriedades dos elementos químicos em função dos pesos atômicos.

Filho caçula de uma família industriária, Mendeleiev formou-se em Química em 1856, na Universidade de São Petersburgo, tornando-se professor na mesma Universidade. Além disso, seus estudos não se limitaram à lei periódica dos

elementos químicos, mas também a outros aspectos, tais como soluções, expansão dos líquidos, temperatura crítica dos gases (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

Posteriormente, Mendeleiev organiza uma classificação dos elementos químicos seguindo o mesmo princípio da periodicidade, isto é, a repetição periódica de propriedades em função dos pesos atômicos, iniciando uma nova linha quando as características dos elementos se repetiam (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

O conceito de tríades apresentado por Döbereiner abriu espaço para dúvidas correspondentes à elementos ainda não descobertos, o que foi demonstrado por Mendeleiev em sua tabela para predizer as lacunas e as propriedades desses elementos, até então, ocultos. Dentre esses, podemos citar o gálio, escândio e germânio, chamados naquele momento por Mendeleiev de eka-alumínio, eka-boro e eka-silício, pois, segundo ele, sucederiam o boro, o alumínio e o silício, daí o uso do prefixo “eka” que em sânscrito significa “primeiro”.

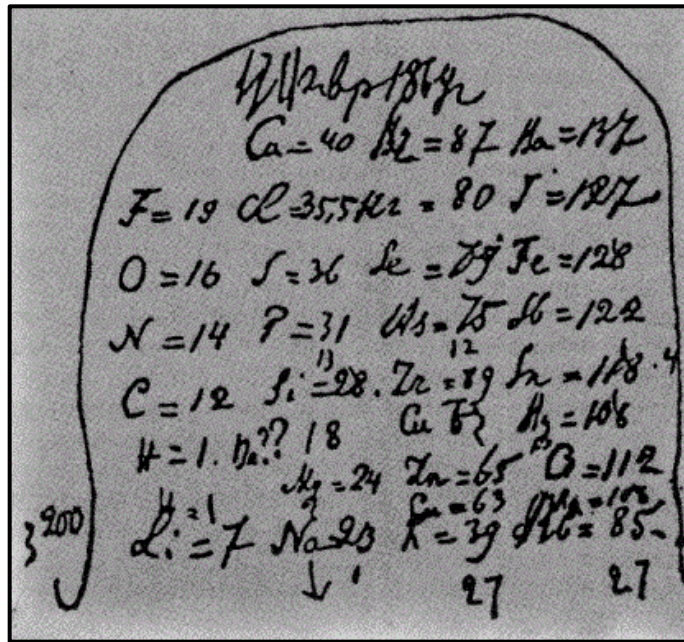
Com isso, uma característica peculiar da tabela de Mendeleiev e que aponta sua genialidade e audácia, foi a previsibilidade de elementos ainda desconhecidos, com propriedades semelhantes aos elementos pertencentes à mesma coluna. Seu trabalho foi tão importante para a história da Química que em 1955 um elemento foi batizado em homenagem ao seu nome: Mendelévio (Md = 101).

É interessante que, em 1869, Mendeleiev enquanto escrevia um livro de Química, pensava sobre as propriedades químicas e físicas dos elementos. Neste momento, notou que os colocando em uma fileira horizontal e em ordem crescente de peso atômico, os elementos com propriedades similares formavam um padrão regular (KOTZ, TREICHEL; WEAVER, 2012).

Em 1º de março de 1869, Mendeleiev publicou o primeiro esboço de sua tabela periódica, quando escrevia o segundo volume do seu livro. Em 18 de março, uma versão melhorada foi apresentada à Sociedade Russa de Química em São Petersburgo. Assim, Mendeleiev chegou a um grau de precisão científica que seus contemporâneos não atingiram e talvez, por isso, a “lei periódica das propriedades dos elementos” e a respectiva tabela acabaram ficando indelevelmente ligadas ao seu nome (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).



Figura 8. Primeiro esboço da tabela periódica realizada por Mendeleiev



Fonte: Tolentino; Rocha-Filho e Chagas, 1997.

Figura 9. Classificação periódica de Mendeleiev em 1869.

**ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.**  
 ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

	Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
	V = 51	Nb = 94	Ta = 182.
	Cr = 52	Mo = 96	W = 186.
	Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.
	Fe = 56	Rn = 104,4	Ir = 198.
	Ni = Co = 59	Pt = 106,6	O = 199.
H = 1	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112
B = 11	Al = 27,1	? = 68	U = 116 Au = 197?
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122 Bi = 210?
O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?
F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127
Li = 7 Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133 Tl = 204.
	Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137 Pb = 207.
	? = 45	Ce = 92	
	?Er = 56	La = 94	
	?Yt = 60	Di = 95	
	?In = 75,6	Th = 118?	

Д. Менделѣевъ

Fonte: Disponível em: <<http://ufmg.br/comunicacao/noticias>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

**Figura 10. Classificação periódica de Mendeleiev em 1871.**

	I --- R <sub>2</sub> O	II --- RO	III --- R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	IV RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub>	V RH <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	VI RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub>	VII RH R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	VIII --- RO <sub>4</sub>
1	H 1							
2	Li 7	Be 9.4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	Na 23	Mg 24	Al 27.3	Si 28	P 31	S 32	Cl 35.5	
4	K 39	Ca 40	? 44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe, Co, Ni, Cu 56, 59, 59, 63
5	Cu 63	Zn 65	? 68	? 72	As 75	Se 78	Br 80	
6	Rb 85	Sr 87	? Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	? 100	Ru, Rh, Pd, Ag 104, 104, 106, 108
7	Ag 108	Cd 112	In 113	Sn 118	Sb 122	Te 125	I 127	
8	Cs 133	Ba 137	? Di 138	? Ce 140	? ?	? ?	? ?	?, ?, ?, ?
9	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	? ?	
10	? ?	? ?	? Er 178	?? La 180	Ta 182	W 184	? ?	Os, Ir, Pt, Au 195, 197, 198, 199
11	Au 199	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	? ?	? ?	
12	? ?	? ?	? ?	Th 231	? ?	U 240	? ?	

Fonte: Russell (2012).

O sistema original de Mendeleiev apresenta as bases para uma compreensão da existência em algumas versões modernas, atualmente obsoletas, de grupos Ia e Ib, IIA e IIB, etc. Por resolução da IUPAC de 1988, este sistema foi eliminado e os números dos grupos a serem, simplesmente, de 1 a 18, em algarismos arábicos (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

A tabela periódica proposta por Mendeleiev foi sendo modificada ao longo dos anos, por ele mesmo e demais cientistas. A principal modificação foi a substituição da massa atômica como critério para ordenar os elementos químicos pelo número atômico identificado com o número de prótons do núcleo atômico do elemento.

A construção da tabela periódica consumiu anos de esforços intelectuais de Mendeleiev. Sua culminância, ocorreu com a utilização dos pesos atômicos para organizar os elementos químicos vislumbrando certa regularidade das propriedades químicas e físicas dos elementos (LEITE; PORTO, 2015). Fruto de um sonho, Mendeleiev formulou uma tabela com 63 elementos conhecidos na época a partir dos padrões sonhados por ele.

Em sua proposta, Mendeleiev conseguiu reunir todas as famílias, colocando os metais alcalinos, os quais reagem fortemente com a água, agrupados. Depois, os alcalinos terrosos e do outro lado da tabela os halogênios. Outro aspecto observado foi que Mendeleiev alternou dois elementos adjacentes, cobalto e níquel, para melhor classificá-los (AFONSO, 2015).

#### **5.5.7. Julius Lothar Meyer (1870)**

É curioso observar que o trabalho de Mendeleiev foi publicado quase simultaneamente ao do químico germânico Julius Lothar Meyer (1830-1895), o qual também apresentou uma classificação periódica dos elementos químicos semelhante e independente.

Embora Meyer tenha publicado, em 1864, uma versão primária de sua tabela, Leite e Porto (2015) pontuam que somente em 1870 é que seu artigo foi publicado, com a omissão de alguns dados e após a publicação da tabela de Mendeleiev, a qual ocorreu em 1869. Porém, entre as razões apontadas na literatura que justificam a primazia de Mendeleiev está o fato de seu trabalho ter sido publicado alguns meses antes de Meyer e por apresentar previsões a respeito de elementos, até então, desconhecidos e que preencheriam os espaços vazios na tabela conferindo um caráter preditivo à sua classificação.

Cabe salientar que, diferentemente de Meyer, Mendeleiev não concordava com a hipótese de Prout, médico e químico britânico (1785 – 1850), a qual considerava que os átomos de todos os elementos eram formados por átomos de hidrogênio.

Além disso, é válido ressaltar que Meyer foi o personagem que mais se aproximou da construção da TP atual. Ele desenhou um gráfico dos volumes atômicos dos elementos em função de sua massa atômica. Isso mostrou claramente uma elevação e queda periódicas do volume atômico nos que, atualmente, são denominados “períodos” da TP (KOTZ, TREICHEL; WEAVER, 2012).

Além disso, Meyer demonstrou a variação de propriedades periódicas como o volume, ponto de ebulição e dureza sendo uma função da massa atômica. No mesmo ano, Mendeleiev publicou os resultados de seu trabalho e sua versão da tabela periódica, lembrando que ambos organizaram os elementos em ordem crescente de peso atômico (RUSSELL, 2012).

De acordo com Kotz, Treichel e Weaver (2012), Meyer passou o artigo para um colega com intuito de que fizesse comentários. No entanto, seu colega demorou para devolvê-lo e, infelizmente, o artigo de Mendeleev foi publicado neste intervalo. Como os químicos reconheceram imediatamente a importância do artigo de Mendeleev, Meyer não recebeu os créditos que, também, merece.

**Figura 11. Classificação periódica de Meyer em 1872.**

I								H 1	Li 7,01	Be 9,3
II	B 11,0	C 11,97	N 14,01	O 15,96	F 19,1				Na 22,99	Mg 23,94
III	Al 27,3	Si 28	P 30,46	S 31,98	Cl 35,37				K 39,04	Ca 39,90
IV	? 47?	Ti 48	V 51,2	Cr 52,4	Mn 54,8	Fe 55,9	Co 58,6	Ni 58,6	Cu 64,9	Zn 63,3
V	? 70?	? 72?	As 74,9	Se 78	Br 79,75				Rb 85,2	Sr 87,2
VI	? 88?	Zr 90	Nb 94	Mo 95,6	? 98?	Ru 103,5	Rh 104,1	Pd 106,2	Ag 107,66	Cd 111,6
VII	In 113,4	Sn 117,8	Sb 122	Te 128	I 126,53				Cs 132,7	Ba 136,8
VIII	? 173?	? 178?	Ta 182	W 184	? 186?	Os 198,6	Ir 196,7	Pt 196,2	Au 196,7	Hg 199,8
IX	Tl 202,7	Pb 206,4	Bi 207,6							

Fonte: Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997)

## 5.6. MODERNIZAÇÃO DA TABELA PERIÓDICA

Embora as tabelas de Mendeleev e Meyer tenham demonstrado a natureza periódica dos elementos, apenas no século XX foram encontradas explicações para as razões das propriedades dos elementos variarem periodicamente.

O desenvolvimento, nomeadamente dos modelos atômicos e teoria quântica, permitiram racionalizar o conhecimento das propriedades dos elementos e chegar à configuração da atual tabela periódica. Esta foi ampliada ao longo do tempo, à medida que novos elementos foram sendo descobertos.

Como, por exemplo, com a descoberta do argônio em 1894 pelo químico escocês William Ramsay (1852 – 1916) e o físico inglês John William Strutt (1842 – 1919) também conhecido como Lord Rayleigh, houve uma dificuldade em acomodar o novo elemento de acordo com a massa, de acordo com a tabela periódica elaborada por Mendeleev. Devido a sua massa atômica ser superior a do potássio,

o argônio deveria possuir as propriedades dos metais alcalinos, todavia, era inerte (gás nobre). Depois disso, Ramsay investigou outros gases inertes na atmosfera.

O físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen, em 08 de novembro de 1895, descobriu os raios X. Essa descoberta levou Antoine H. Becquerel (1852 – 1908) à conclusão de que a radiação penetrante era originária do próprio elemento e não tinha relação com o fenômeno da fluorescência. É válido ressaltar que, essa radiação, inicialmente conhecida como raios de Becquerel, foi chamada de radioatividade pela polonesa Marie S. Curie (1867 – 1934), em 1898. Posteriormente, o físico inglês H. G. J. Moseley estudando a emissão dos raios-X verificou que a radiação X emitida era característica de cada elemento (OLIVEIRA et al., 2015).

### **5.6.1. A descoberta revolucionária do número atômico (Z)**

Hoje, a tabela periódica não é organizada mais em função da ordem crescente de massa atômica (peso atômico). Tal mudança foi possível com os trabalhos de Henry Moseley (1887-1915), publicados em 1913 e 1914, com os estudos sobre espectros de raios-X dos elementos que conduziram à determinação dos números atômicos e os relacionaram ao número de cargas positivas nos núcleos atômicos (LEITE; PORTO, 2015).

Segundo os autores Kotz, Treichel e Weaver (2012), em 1913, o jovem cientista inglês, Henry Moseley, o qual trabalhava com Ernest Rutherford, corrigiu a suposição de Mendeleiev. Ao fazer experiências bombardeando metais diferentes com elétrons em um tubo de raios catódicos, examinou os raios X e tentando organizar os dados obtidos, notou que o comprimento de onda dos raios X emitidos por um elemento estava relacionado precisamente com o seu número atômico.

De tal maneira que, atualmente, a periodicidade química é obtida ordenando os elementos em ordem crescente de número atômico. Os estudos de Moseley fizeram com que o número atômico tornasse a ser a variável independente da lei periódica. A partir de 1913, a tabela periódica de Mendeleiev foi reorganizada, quando os átomos foram arranjados de acordo com o aumento do número atômico.

Com isso, as inconsistências existentes na tabela de Mendeleiev desapareceram, tornando o número atômico (Z) a base organizacional da classificação periódica moderna.

Nesse sentido, é notório ressaltar que as primeiras classificações foram baseadas em amostras reais dos elementos químicos, como por exemplo, o elemento cobre (Cu), mercúrio (Hg), enxofre (S), pois, até então, não existia uma clara compreensão do conceito de átomos. A elucidação segura do átomo aconteceu com os experimentos de Moseley. Daí, o verdadeiro motivo da expressão “Classificação Periódica dos Elementos” e não “Classificação Periódica dos Átomos”.

De acordo com Afonso (2015), do final do século XIX até 1939, a tabela periódica teve praticamente todos seus espaços deixados por Mendeleiev preenchidos pela descoberta, por exemplo, dos gases nobres e alguns elementos radioativos, como polônio e rádio, ambos descobertos pelo casal de cientistas Pierre (1859 – 1906) e Marie Curie. Sendo que, háfnio (1923), rênio (1925) e frâncio (1939) foram os últimos elementos descobertos em amostras naturais.

A tabela atual se difere bastante da de Mendeleiev. Com o passar do tempo, os químicos foram melhorando a tabela periódica moderna, aplicando novos dados, como as descobertas de novos elementos ou um número mais preciso na massa atômica e rearranjando os existentes, sempre em função dos conceitos originais (OLIVEIRA et al., 2015).

O formato popular da tabela periódica é atribuído ao químico americano Horace Groves Deming (1885 – 1970). Em 1923, Deming publicou uma versão curta semelhante à de Mendeleiev e uma média com dezoito colunas. A Merck, um dos maiores laboratórios farmacêuticos do mundo, preparou um guia com a forma de Deming, promovendo, em 1928, uma ampla distribuição dessas tabelas nas escolas americanas. Dessa maneira, por volta da década de 1930, a tabela de Deming estava aparecendo em livros-textos e enciclopédias de química como modelo padrão, sendo modificada em 1945 por influência do trabalho do americano Glenn Seaborg, com os lantanídeos e os actinídeos abaixo da tabela.

Em 1945, o químico norte-americano Glenn Seaborg (1912 – 1999), teve a inovadora ideia de que os actinídeos, assim como os lantanídeos, preenchem um subnível *f*. Além disso, Seaborg e sua equipe da Universidade da Califórnia em Berkeley, pela primeira vez, prepararam nove desses elementos (número atômico 94 a 102). Sendo estes, transurânicos: Plutônio (Pu), Amerício (Am), Cúrio (Cm), Berquélio (Bk), Califórnio (Cf), Einstênio (Es), Férmio (Fm), Mendelévio (Md) e Nobélio (No). Em 1951, recebeu o Prêmio Nobel de química, posteriormente, em

1997, o elemento 106 recebeu o nome de Seabórgio (Sg) (MASTERTON; HURLEY, 2010).

É importante salientar que transurânico é o elemento químico artificial com número atômico maior do que 92, o número atômico do urânio, vindo depois deste na tabela periódica. Todos estes átomos são instáveis devido aos seus grandes núcleos, portanto, são radioativos. Geralmente, são conhecidos como "elementos artificiais", já que ao longo da história do planeta Terra, estes foram decaindo para elementos estáveis, restando poucos traços deles na crosta terrestre e, atualmente, os poucos átomos utilizados para pesquisa são fabricados em laboratório, daí ser chamados de "artificiais".

Com o desenvolvimento das teorias da mecânica quântica da configuração dos elétrons dentro do átomo, ficou evidente que cada período (linha) na tabela periódica correspondia a um preenchimento de nível eletrônico dos elétrons. Com isso, átomos maiores tinham mais subníveis, portanto, as últimas tabelas exigiam períodos constantemente mais longos.

**Figura 12. A presença dos elementos lantanídeos e actinídeos.**

Grupo →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓ Período																		
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
Lantanídeos				57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Actinídeos				89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Fonte: Disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/quimica/tabela-periodica>>.

Acesso em: 20 abr. 2019

Em consonância com Masterton e Hurley (2010), os catorze elementos presentes no sexto período (número atômico 57 a 70) da tabela periódica preenchem o subnível 4f, os lantanídeos, conforme o nome do primeiro elemento da

série, lantânio (La), também conhecidos como terras raras. Já os catorze elementos do sétimo período (número atômico 89 a 102) preenchem o subnível 5f, actinídeos, de acordo com o primeiro elemento da série, actínio (Ac). Sendo que, todos esses elementos são radioativos, com exceção, do tório e o urânio que ocorrem na natureza. Enquanto, os demais actinídeos foram sintetizados em laboratório por meio de reações nucleares.

## 5.7. DIFERENTES REPRESENTAÇÕES DA TABELA PERIÓDICA

Contrária à ideia de que a tabela periódica esteja completa e seja imutável, ela ainda pode ser utilizada para prever algo, sendo atualmente objeto de estudo, principalmente frente às novas descobertas da Ciência.

A tabela periódica padrão ainda é alvo de questionamentos, devido a ruptura coerente de algumas propriedades confirmadas pela disposição retangular dos elementos e apresenta restrições na descrição como estrutura atômica, núcleo, entre outras, conforme é o caso da posição dos lantanídeos e actinídeos, bem como os gases nobres, separados dos demais elementos.

No entanto, é importante ressaltar que estas representações alternativas não aspiram substituir a tabela periódica padrão, mas, complementá-la de modo a estimular a imaginação e, conseqüentemente, buscar melhorias.

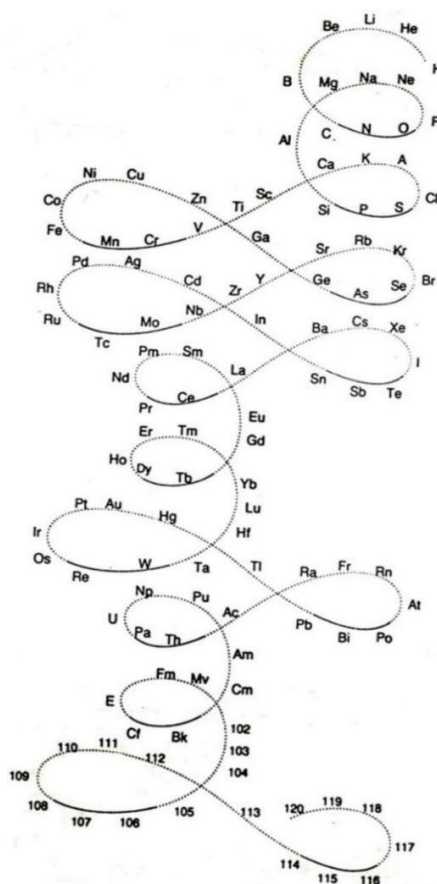
Mas há também debates atuais sobre a melhor maneira de exibir o sistema periódico, e se há realmente uma "melhor maneira" de fazê-lo. O sistema periódico de elementos designa seu nome porque ele grava como certas propriedades das substâncias químicas se repetem após intervalos regulares (SCERRI, 2008).

### 5.7.1. Gooch e Walker (1905)

Uma formulação de tabela periódica por Frank Austin Gooch e Claude Frederic Walker, da *Outlines of Inorganic Chemistry*, Macmillan, Londres e Nova York.



Figura 13. Representação da tabela de Gooch e Walker



Fonte: Disponível em: <<https://twitter.com/vruba/status>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

### 5.7.2. Henry David Hubbard (1924)

A tabela do químico norte-americano Henry D. Hubbard (1859-1947), que realizou um arranjo visual na tabela periódica baseando no formato concebido por Mendeleiev. Nela, é observada a lei de formação dos números atômicos dos gases nobres (AFONSO, 2015).

Esta TP foi utilizada na década de 1940 (pós-segunda guerra mundial), inclusive, no Brasil. Atualmente, há um exemplar no Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Nela, veem-se antigos símbolos de elementos químicos que foram mudados após a 15ª reunião da IUPAC em Amsterdã, em 1949. Colúmbio (Nióbio), Masúrio (Tecnécio), Ilínio (Promécio), Alabamino (Astató), Virgínio (Frâncio). O símbolo do argônio, A, foi mudado para Ar, em 1957.

O nêutron era um "elemento químico" de número atômico zero, posicionado no grupo dos gases nobres. Nota-se ainda a lei da formação dos números atômicos dos gases nobres. Por extrapolação o próximo membro da série terá  $Z = 118$ .

**Figura 14. Representação da tabela de Henry Hubbard**

The image shows a historical periodic table titled "SISTEMA PERIÓDICO DOS ELEMENTOS" (Periodic System of Elements) by Dmitri Mendeleev, adapted by Henry D. Hubbard. The table is color-coded and includes element symbols, atomic numbers, and names. It features a layout with groups I through VIII at the top and a separate section for elements 58-71 and 88-90 at the bottom. The title is in Portuguese.

Fonte: <https://netnature.wordpress.com/2016/12/01/a-tabela-periodica-e-a-nucleossintese-dos-elementos>. Acesso em: 01 ago. 2018.

### 5.7.3. Andreas von Antropoff (1926)

A tabela do químico alemão von Antropoff (1878-1956) trazia o neutrino (alto, canto, esquerdo), elemento hipotético de número atômico zero (sem prótons), cujo símbolo era a letra ômega, de certa maneira, antecipando a descoberta do nêutron, em 1932, pelo físico britânico James Chadwick (1891-1974) foi bastante usada por Linus Pauling (1901-1994) em sua obra General Chemistry (Química Geral), posteriormente, denominada The chemical bond (A ligação química) (AFONSO, 2015).

Curiosamente, as tabelas de von Antropoff e Hubbard mostram que tório, protactínio e urânio eram colocados abaixo do háfnio, tântalo e tungstênio, respectivamente (AFONSO, 2015).

Figura 15. Representação da tabela de von Antropoff

0	I																II																													
-	H																He																													
0																																														
0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII																																						
He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne																																						
2	3	4	5	6	7	8	9	10																																						
Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar																																						
10	11	12	13	14	15	16	17	18																																						
0	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIIb	VIIIb																																
Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																												
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																												
Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	-	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																												
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																												
Xe	Cs	Ba	La-Lr	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	-	Rn																												
54	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86																												
Rn	-	Ra	Ac	Th	Pa	U																																								
86	87	88	89	90	91	92																																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																												
<table border="1"> <tr> <td>Ce</td> <td>Pr</td> <td>Nd</td> <td>-</td> <td>Sm</td> <td>Eu</td> <td>Gd</td> <td>Tb</td> <td>Dy</td> <td>Ho</td> <td>Er</td> <td>Tm</td> <td>Yb</td> <td>Lu</td> </tr> <tr> <td>58</td> <td>59</td> <td>60</td> <td>61</td> <td>62</td> <td>63</td> <td>64</td> <td>65</td> <td>66</td> <td>67</td> <td>68</td> <td>69</td> <td>70</td> <td>71</td> </tr> </table>																			Ce	Pr	Nd	-	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	-	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																	
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																	

Fonte: Disponível em: <<http://www.gvp.cz>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

#### 5.7.4. Charles Janet (1928)

Em consonância com Toma (2019), a tabela periódica de Charles Janet proposta em 1928, apresenta os elementos colocados na ordem dos números atômicos, porém inspirado na distribuição dos elétrons nos átomos de acordo com a recém criada teoria quântica no mesmo ano. Ainda segundo o autor, se a tabela de Mendeleev tivesse surgido cinquenta anos depois, na era quântica, talvez ela tivesse a versão de Charles Janet baseada nas configurações eletrônicas dos elementos.

**Figura 16. Representação da tabela de Charles Janet**

O diagrama mostra a Tabela Periódica de Charles Janet, organizada por blocos de subcamadas atômicas. Os blocos são: Bloco s (H, He; Li, Be; Na, Mg; K, Ca; Rb, Sr; Cs, Ba; Fr, Ra); Bloco p (B, C, N, O, F, Ne; Al, Si, P, S, Cl, Ar; Ge, As, Se, Br, Kr; In, Sn, Sb, Te, I, Xe; Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn; Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og); Bloco d (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn; Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd; Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg; Lr, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn); e Bloco f (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb; Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No). As subcamadas atômicas são indicadas em colunas verticais: 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p, 8s.

Fonte: Toma (2019).

De acordo com Romero e Cunha (2018), Janet, em seu trabalho inicial acerca da classificação periódica dos elementos químicos, partiu do fato de que a série de elementos químicos é uma sequência contínua, que ele representava como uma hélice traçada nas superfícies de quatro cilindros alinhados (TP helicoidal). Depois de várias transformações geométricas, Janet chegou a versão final de sua tabela, na qual os elementos do bloco s estão localizados à direita, e as subcamadas da TP são organizadas na ordem  $(n-3)s$ ,  $(n-2)p$ ,  $(n-1)d$ ,  $nf$  da esquerda para a direita.

Nesse contexto, o estudioso acreditava que nenhum elemento mais pesado que o número 120 seria encontrado, então ele não previa um bloco g. Sendo notória a influência desta em outras propostas de TP apresentada por diferentes pesquisadores (ROMERO; CUNHA, 2018).

### 5.7.5. Theodor Benfey (1964)

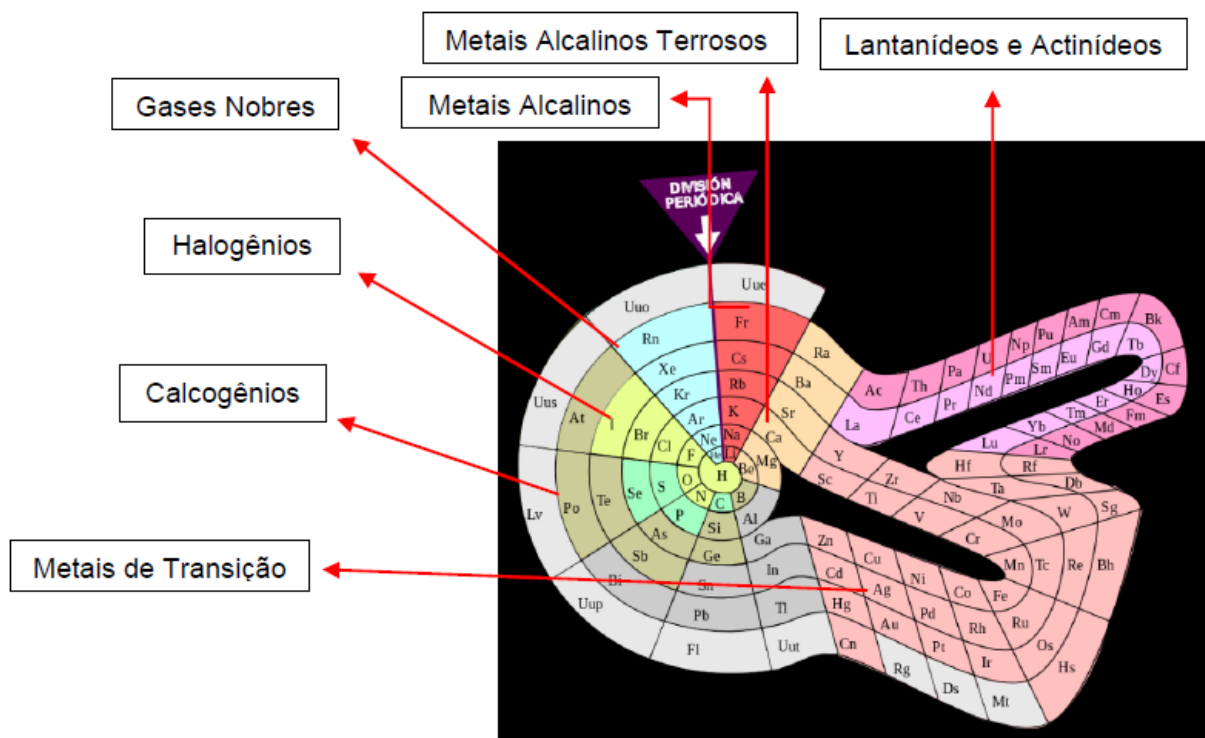
A tabela periódica padrão ainda é alvo de questionamentos, devido a ruptura coerente de algumas propriedades confirmadas pela disposição retangular dos elementos e apresenta restrições na descrição como estrutura atômica, núcleo, entre outras, conforme é o caso da posição dos lantanídeos e actinídeos, bem como os gases nobres, separados dos demais elementos.



Historicamente, Mendeleiev acreditava na “Lei Periódica”, ou seja, que a natureza dos elementos dependia prioritariamente da sua massa atômica, não valorizando as diferenças entre os valores dos elementos em sequência. Como suas previsões foram baseadas nas propriedades dos elementos e não nos tamanhos desses espaços, uma outra maneira de representá-los, sem ser o sistema em linhas, seria em espiral e as lacunas entre os halogênios e os metais alcalinos teriam se tornado visíveis, anteriormente. Com isso, de acordo com as autoras Borschiver, Tavares e Verly (2018), foi constatado que “na realidade, a série de elementos é ininterrupta e corresponde, até certo ponto, a uma função espiral”.

O filósofo alemão Theodor Benfey (1809-1881) desenvolveu uma tabela periódica dos elementos em espiral em 1964.

**Figura 17. Representação da tabela periódica em espiral de Benfey**



Fonte: Disponível em: <<http://montessorimuddle.org>>. Acesso em: 01 ago. 2018 – Adaptada.

### 5.7.6. Philip Stewart (2006)

Atualmente, há inúmeras variações da tabela periódica e, dentre elas, está o modelo circular idealizado inicialmente sob a forma espiral elíptica por Chancourtois em 1862, sendo, posteriormente, adaptada em 1949, pelo químico John D. Clark (1907-1988) que alocou os lantanídeos e actinídeos, antes sem espaço, para acima do boro (BORSCHIVER; TAVARES; VERLY, 2018).

Nesse contexto, em 2006, o professor Philip Stewart, da Universidade de Oxford, criou um modelo de Tabela Periódica, no formato espiral chamada de **Galáxia Química**. O objetivo foi apresentar a forma do todo e expressar a beleza e o alcance cósmico do sistema periódico. Diferentemente, da tabela periódica tradicional, a qual divide os elementos em linhas, à medida que suas características químicas e físicas se repetem.

A tabela proposta por Stewart, conforme Borschiver, Tavares e Verly (2018), busca resolver alguns problemas contidos no modelo padrão, como já mencionados, e acrescenta um novo visual às informações com base na natureza cíclica das características dos elementos químicos, que depende, principalmente, dos elétrons de valência, visto que, os elementos químicos na tabela periódica padrão são organizados em ordem crescente de número atômico. Com isso, muitas informações sobre os átomos que formam esses elementos podem ser obtidas utilizando a distribuição eletrônica de Linus Pauling.

Mas, uma maneira melhor de exibí-los pode ser como a espiral, semelhantemente, à galáxia. Os elementos são dispostos em uma só espiral, com número atômico crescente formando uma sequência contínua, no qual as características químicas determinadas voltam periodicamente de forma regular.

Dessa maneira, para Borschiver, Tavares e Verly (2018), Stewart tem como intuito, criar uma ligação entre os átomos e as estrelas, estimulando a imaginação dos químicos e expressando, ao mesmo tempo, o alcance astronômico da química. Nas galáxias reais, o hidrogênio e hélio são os principais componentes e os elementos mais pesados são encontrados em estrelas ou espalhados pela explosão entre poeiras estelares.

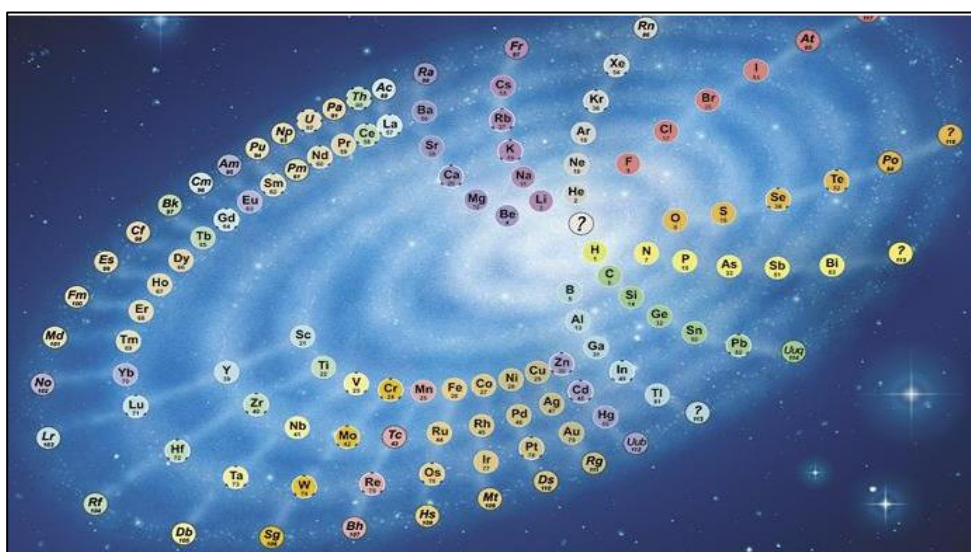
Um novo elemento, no centro, que não faz parte da tabela periódica padrão: o **neutrônio**, também chamado de “**elemento zero**”, que tem apenas nêutrons em seu núcleo neutrônio e representado pelo ponto de interrogação por ainda ser alvo

de discussões acerca de sua origem. Além disso, é tão pesado que deve existir somente no interior de estrelas de nêutrons. Stewart fez questão de dispor os elementos em círculos, conforme a afirmação do mesmo, de que “o cérebro humano se sente mais confortável com curvas do que com retas”. Já, os grupos dos elementos são identificados por cores. Quanto ao hidrogênio (H), está disposto numa posição mais próxima do carbono (C), com o qual ele tem características semelhantes e, frequentemente, se combina.

De acordo com o exposto por Borschiver, Tavares e Verly (2018), os elementos dispostos em espirais podem ser memorizados mais facilmente e na tabela de Stewart, além das espirais expressarem continuidade, são mais atraentes visualmente, facilitando uma nova colocação para o hidrogênio e hélio, que devido às propriedades químicas, o primeiro pode se comportar ora como metal alcalino ora como halogênio e, o segundo, pode pertencer tanto ao 2º grupo (metais alcalino-terrosos) quanto aos gases nobres. Na representação circular, a posição central desses elementos os faz pertencer simultaneamente a estes grupos, desfazendo as incoerências relativas às respectivas posições na tabela periódica padrão.

Quanto aos lantanídeos e aos actinídeos, em vez de separados, foram incluídos na sequência principal, permitindo, por exemplo, que o lutécio e o laurêncio pertençam também aos elementos de transição.

**Figura 18. Representação da galáxia química de Stewart**



Fonte: Disponível em: <<http://www.chemicalgalaxy.co.uk>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

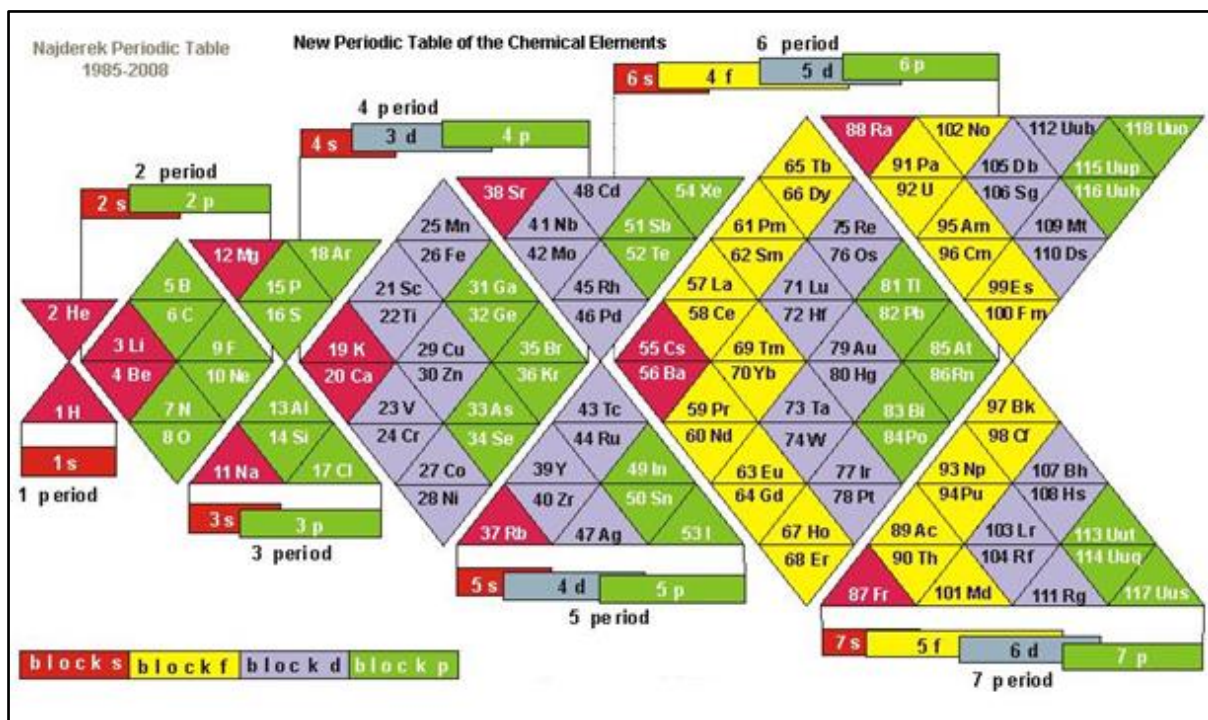
### 5.7.7. Najderek (2008)

A tabela de Najderek, criada por Pawel Najderek, em 2008, é apenas uma das muitas tabelas periódicas alternativas para desafiar a representação tradicional da TP. É muito útil para pessoas que podem aprender novas informações mais facilmente quando são diferenciadas em cores.

Cada bloco é uma cor diferente para permitir que o leitor da tabela faça distinção entre os elementos e os blocos aos quais pertencem. Há uma abertura e tem uma estrutura condensada (porque qualquer número de elementos químicos podem ser incorporados). Portanto, os elementos do bloco *f* são posicionados em seus períodos correspondentes. Desta maneira, são convenientemente colocados junto com os outros elementos.

Por último, a tabela Najderek pode continuar infinitamente devido ao arranjo de períodos, a qual comparada à tradicional, há diferenças muito nítidas. No entanto, a TP tradicional foi construída como uma ferramenta para referência na compreensão e previsão das propriedades dos elementos.

Figura 19. Representação da tabela de Najderek



Fonte: Disponível em: <<http://www.astropt.org/2011/06/10/tabelas-periodicas>>. Acesso em: 28 mai. 2019.



### 5.7.8. Mohd Abubakr (2009)

Embora a versão em espiral da tabela periódica não seja muito utilizada, é cientificamente válida. Existem outras maneiras de representar a espiral e a própria tabela periódica. Tudo depende do que você quer mostrar.

Sendo assim, segundo Borschiver, Tavares e Verly (2018), outro pesquisador que também tem apoiado este modelo alternativo é Mohd Abubakr, pesquisador da Microsoft Research, em Hyderabad. Esta representação preserva os períodos e os grupos utilizados por Mendeleev e reafirma a distribuição dos átomos dependente do tamanho relativo destes, iniciada pelos menores e a posição do hidrogênio e hélio perto do centro.

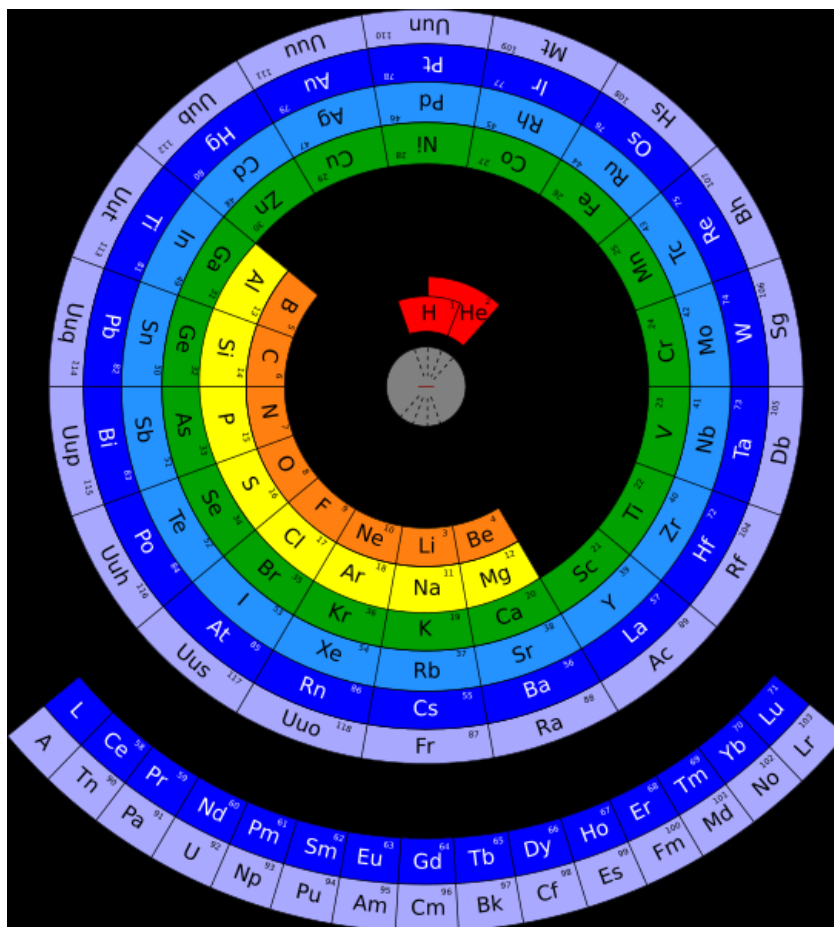
Para incorporar propriedades adicionais em uma forma de arranjo dos elementos, Abubakr (2009) descreve uma nova representação gráfica da tabela periódica, que é referida como “forma circular da tabela periódica”, com o objetivo de fazer com que os alunos entendam a estrutura e suas propriedades ao lado da TP. Além de incluir todas as propriedades da TP moderna, há também informações adicionais do ponto de estrutura atômica.

É válido ressaltar que as propriedades como energia de ionização, afinidade eletrônica, caráter metálico de eletro negatividade, ligação energias, relacionamentos diagonais são válidos para a forma circular da tabela periódica. Além disso, conforme aponta Abubakr (2009), a posição especial é designada para hidrogênio e hélio, considerando suas propriedades atômicas.

Ainda, ambos são dispostos fechados ao núcleo, ao contrário de outros elementos conforme a representação. Isso está de acordo com as propriedades do hidrogênio e do hélio.

Como pode ser observado na tabela circular proposta pelo Abubakr, a seguir, na (Figura 20).

Figura 20. Representação circular da tabela periódica de Abubakr



Fonte: Abubakr (2009).

### 5.7.9. Tabela Maia

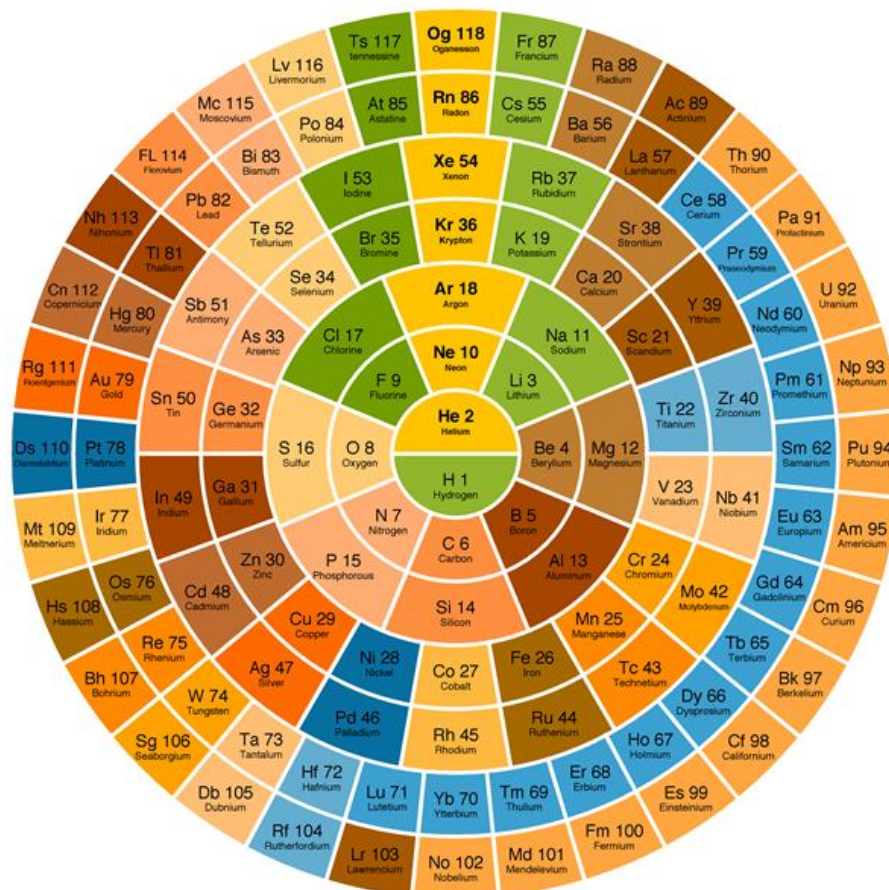
A Tabela de elementos periódicos Maia, nomeada por sua similaridade com o antigo calendário mesoamericano, é baseada em camadas de elétrons. As conchas são mostradas como círculos concêntricos. Cada linha no formulário tabular é mostrada como um anel.

Os elementos estão organizados em ordem crescente de número atômico, com o hidrogênio no centro, e com cada camada concêntrica contendo elementos que estão no mesmo período da clássica versão da tabela periódica.

Sendo que, os pertencentes ao mesmo grupo estão representados com cores semelhantes. O objetivo de representar a tabela desta maneira é mais pelo apelo estético da criação, já que a tradicional tabela nos disponibiliza uma organização mais familiar e padronizada.

De acordo com Scerri (2012), para os químicos, a tabela periódica é como um ícone, mas seu design continua a evoluir e é fonte de muito debate.

**Figura 21. Representação da tabela Maia atual**



Fonte: Disponível em: <<https://www.mayanperiodic.com.>> Acesso em: 10 jun. 2019.

## 5.8. REPRESENTAÇÕES RECENTES DA TABELA PERIÓDICA

Certamente, existem diversas releituras da tabela periódica dos elementos químicos, apresentando inúmeros aspectos criativos da disposição dos elementos e sua importância em diferentes formatos.

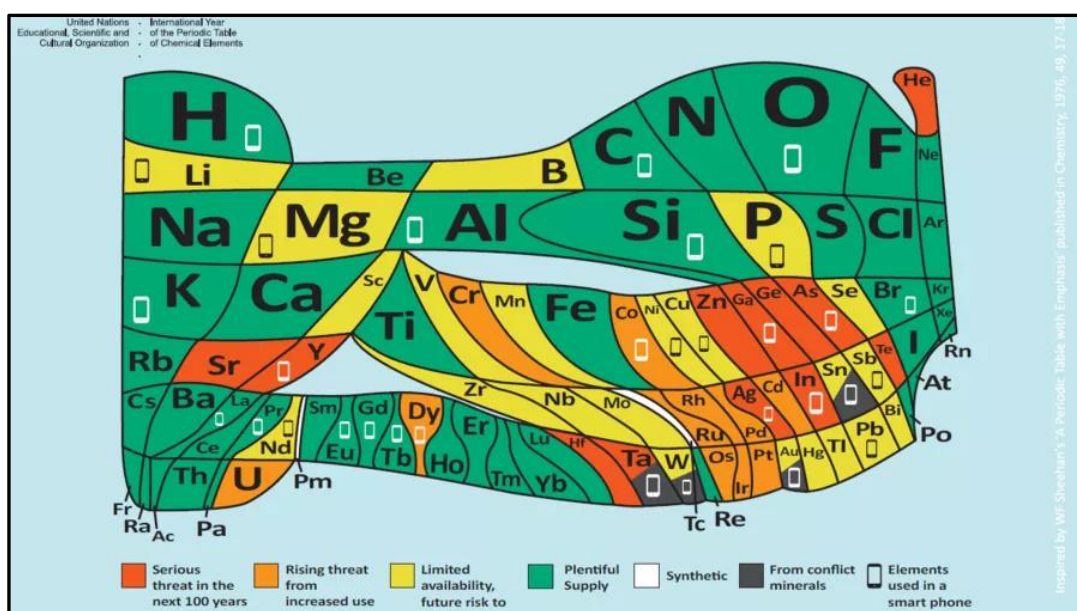
Em concordância com Toma (2019), essas representações da TP podem ser consultadas na *Internet Database of Periodic Tables*, organizada especialmente para a celebração do ano internacional de 2019. Tendo um destaque especial, a versão da TP apresentando os descobridores dos elementos com as suas respectivas fotografias. Assim como, recentemente, foi publicada pela IUPAC, a tabela periódica

dos isótopos, representada em pequenos círculos, com seus diagramas no formato de pizza e, posteriormente, inseridos na TP convencional, preservando seu formato.

Uma outra inovadora e recente versão da tabela periódica com o objetivo de demonstrar a abundância, escassez e finitude de diversos elementos encontrados no planeta Terra, conforme a (Figura 22). Totalmente diferente da tabela convencional, nessa representação, cada um dos elementos tem um quadrado simétrico, categoriza os elementos a partir de sua abundância ou escassez. Além disso, são classificados somente os noventa elementos naturalmente encontrados na Terra. Já, na tabela tradicional, também, são considerados os elementos sintetizados artificialmente.

Segundo o autor Toma (2019), essa versão da TP chamou a atenção para a possível escassez natural, em futuro próximo, de elementos químicos como Zn, Ga, Ge, In, Ag, Hf, Ta, Sr, Y, Te, e As, ou para a escassez provocada pela demanda crescente de Cr, Co, Rh, Ru, Pd, Pt, Os, Ir, Dy, Cd e U, em processos tecnológicos. Há também, outros como Li, Cu, B, Mg, P, Sc, V, Mn, Ni, Se, Zr, Nb, Mo, Sn, Sb, Nd, W, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, cuja produção baixa ou limitada poderá impactar o mercado. Isso, mereceu um número especial na revista Green Chemistry sobre *elemental sustainability*, estimulando o surgimento de iniciativas e propostas de processos sustentáveis e utilização responsável dos elementos químicos.

**Figura 22. Representação sustentável da tabela periódica**



Fonte: Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/01/tabela-periodica-mostra-quis-elementos-vaio-desaparecer-no-futuro.html>>. Acesso em: 10 jun. 2019.



### 5.8.1. Tabela periódica da vida (2015)

Em conformidade com Toma (2019), essa versão da tabela periódica é uma proposta apresentada pelo próprio autor no seu livro *“Bioinorgânica e Ambiental”*, que inclui a distribuição isotópica dos elementos para auxiliar na análise dos espectros de massa. Além disso, essa TP coloca em evidência os elementos segundo suas abundâncias nos sistemas biológicos, diferenciando os elementos de construção molecular (H, C, N, O, P) que compreendem de 1 a 60% na constituição dos seres vivos, dos elementos eletrolíticos (Na, K, Cl) e de suporte (Ca, Mg, S) perfazendo 0,01 a 1%, e dos elementos traços como V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo e W, presentes abaixo de 0,01% e respondem pela catálise na maioria dos processos enzimáticos.

Ainda, de acordo com Toma (2019), nessa tabela periódica, também, são contemplados elementos usados na medicina, como metalodrogas e agentes marcadores e de contraste. Tendo sua presença na TP ampliada, consideravelmente, com os avanços da Química Bioinorgânica.

**Figura 23. Representação da tabela periódica da vida**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
1 H 1,0079	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="background-color: #ADD8E6; width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black;"></div> 1-60%           <div style="background-color: #FFFF00; width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black;"></div> 0.01-1%           <div style="background-color: #90EE90; width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black;"></div> &lt;0.01%           <div style="background-color: #FFB6C1; width: 20px; height: 10px; border: 1px solid black;"></div> Medicinal         </div> <div style="text-align: center;"> <p>REPRESENTATIVOS</p> <p><b>TABELA PERIÓDICA DA VIDA</b></p> <p>METAIS DE TRANSIÇÃO</p> <p>com distribuição isotópica</p> </div> </div>												2 He 4,0026																		
3 Li 6,941	4 Be 9,0122	5 B 10,811	6 C 12,010	7 N 14,006	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180	11 Na 22,989	12 Mg 24,305	13 Al 26,981	14 Si 28,085	15 P 30,973	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948																
19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956	22 Ti 47,867	23 V 50,941	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,40	31 Ga 69,723	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80														
37 Rb 85,467	38 Sr 87,62	39 Y 88,905	40 Zr 91,224	41 Nb 96,906	42 Mo 95,96	43 Tc 98	44 Ru 101,07	45 Rh 102,90	46 Pd 106,42	47 Ag 107,86	48 Cd 112,41	49 In 114,81	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,76	53 I 126,90	54 Xe 131,29														
55 Cs 132,90	56 Ba 137,32	57 La 138,90	58 Ce 140,11	59 Pr 140,90	60 Nd 144,24	61 Pm 145	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,96	72 Hf 178,49	73 Ta 180,94	74 W 183,84	75 Re 186,20	76 Os 190,23	77 Ir 192,21	78 Pt 195,07	79 Au 196,96	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,21	83 Bi 208,98	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227	104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 266	107 Bh 264	108 Hs 277	109 Mt 268	110 Ds 271	111 Rg 272	112 Cn 285	113 Nh 284	114 Fl 289	115 Mc 288	116 Lv 293	117 Ts 289	118 Og 294														
LANTANÍDIOS												58 Ce 140,11	59 Pr 140,90	60 Nd 144,24	61 Pm 145	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,96						
ACTINÍDIOS												90 Th 232,03	91 Pa 231,03	92 U 238,02	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 262						

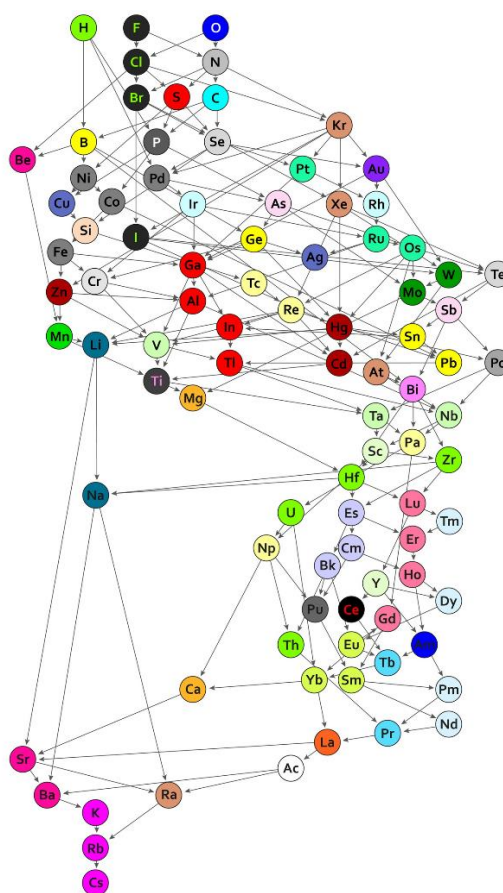
Fonte: Toma (2019)

### 5.8.2. Tabela periódica das ligações químicas (2019)

A representação da tabela periódica elaborada, recentemente, por matemáticos do Instituto Max Planck em Leipzig, na Alemanha. De acordo com esses estudiosos, a nova proposta de organização da TP propõe uma interpretação mais versátil e menos contraditória que a atual, proporcionando sistemas periódicos diferentes, dependendo do princípio da ordem e classificação, sendo útil não só para a Química, mas também, para outros campos do conhecimento. Contudo, não concordam com o posicionamento de várias substâncias, como o lantânio e actínio. Por isso, os matemáticos focaram no desenvolvimento de uma representação mais multifacetada dos elementos, algo que pudesse ser observado de vários ângulos.

Na recente proposta, denominada tabela periódica de ligações químicas, as quais são ordenadas de acordo com a intensidade com que são polarizadas havendo uma conexão de seta direta, a ordem é nítida.

Figura 24. Representação da tabela das ligações químicas



Fonte: Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/06/matematicos-sugerem-nova-organizacao-para-tabela-periodica.html>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

## 5.9. CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA ATUAL

### 5.9.1. Organização estrutural

A tabela periódica foi originalmente construída empiricamente mediante uma enorme quantidade de observações experimentais das propriedades químicas e físicas dos elementos. Porém, hoje, a organização da TP está relacionada a configuração eletrônica dos elementos e como expõe Russell (2012), a periodicidade é a base da estrutura da classificação periódica moderna.

Os 118 elementos presentes na tabela atual estão dispostos em fileiras horizontais (períodos) e verticais (grupos) e, em ordem crescente de número atômico. Sendo constituída por 18 fileiras verticais denominadas grupos nos quais estão os elementos com propriedades químicas semelhantes, geralmente, determinadas pelo número de elétrons existentes no nível mais externo (camada de valência) de sua configuração eletrônica (LEE, 2011). Há, também, as 7 fileiras horizontais denominadas períodos, os quais são numerados de acordo com o número quântico principal da camada de valência, ou seja, corresponde ao número de camadas de energia (ATKINS; JONES, 2012).

Ressalta-se que muitos avanços na organização da tabela periódica são evidentes, contudo, estaria o sistema periódico perto de ser completado? Nesse sentido, os 118 elementos presentes na TP não podem ser considerados um ponto final da classificação, já sendo cogitado a previsão de inúmeros outros elementos, conforme Seaborg (2006), Pyykkö (2011) e Greiner (2010) defendem. Portanto, a TP não é uma produção pronta e inquestionável, sendo, ainda, alvo de importantes estudos e inquietações junto à comunidade científica.

De modo geral, a classificação periódica tradicional ainda está sistematizada em dois eixos, sendo, os **períodos** as linhas horizontais numeradas que possuem elementos que apresentam o mesmo número de camadas eletrônicas, totalizando sete períodos. Com a organização destes na tabela, algumas linhas horizontais se tornariam muito extensas, por isso é comum representar a série dos lantanídeos e a série dos actinídeos à parte dos demais.

Quanto aos **grupos**, a tabela periódica apresenta dezoito grupos, sendo que os mais conhecidos são, também, denominados **elementos representativos**. De acordo com o evidenciado a seguir:

**Grupo 1:** Metais Alcalinos (lítio, sódio, potássio, rubídio, céσιο e frâncio).

**Grupo 2:** Metais Alcalino-Terrosos (berílio, magnésio, cálcio, estrôncio, bário e rádio).

**Grupo 13:** Do Boro (boro, alumínio, gálio, índio, tálio e nihônio).

**Grupo 14:** Do Carbono (carbono, silício, germânio, estanho, chumbo e fleróvio).

**Grupo 15:** Do Nitrogênio (nitrogênio, fósforo, arsênio, antimônio, bismuto e moscóvio).

**Grupo 16:** Calcogênios (oxigênio, enxofre, selênio, telúrio, polônio, livermório).

**Grupo 17:** Halogênios (flúor, cloro, bromo, iodo, astato e tennesso).

**Grupo 18:** Gases Nobres (hélio, neônio, argônio, criptônio, xenônio, radônio e oganessônio).

Curiosamente, os grupos de elementos possuem nomes distintos e características peculiares. De acordo com Kotz, Treichel e Weaver (2012), o grupo 1, metais alcalinos, palavra originada do árabe *álcali*, que significa “cinza de plantas”, são sólidos à temperatura ambiente e altamente reativos. O grupo 2, metais alcalino terrosos, refere-se a “existir na terra”. O grupo 16, calcogênios, palavra grega, *Khalkos*, que significa cobre. O grupo 17, halogênios, das palavras gregas *hals* e *genes* que significam formadores de sal. O grupo 18, gases nobres, cujo termo é oriundo de uma falta de reatividade desses elementos e em virtude de sua pouca abundância na atmosfera terrestre, são também conhecidos como gases raros.

No que se refere aos **elementos de transição**, também, designados como metais de transição, constituem os grupos 3 a 12, apresentados a seguir:

**Grupo 3:** escândio, ítrio e série de lantanídeos e actinídeos.

**Grupo 4:** titânio, zircônio, háfnio e rutherfordio.

**Grupo 5:** vanádio, nióbio, tântalo e dúbnio.

**Grupo 6:** crômio, molibdênio, tungstênio e seabórgio.

**Grupo 7:** manganês, tecnécio, rênio e bóhrnio.

**Grupo 8:** ferro, rutênio, ósmio e hássio.

**Grupo 9:** cobalto, ródio, irídio e meitnério.

**Grupo 10:** níquel, paládio, platina e darmstádio.

**Grupo 11:** cobre, prata, ouro e roentgênio.

**Grupo 12:** zinco, cádmio, mercúrio e copernício.



No tocante à classificação, os elementos podem ser metais, não metais (ametais) ou metalóides (semimetais) de acordo com as respectivas propriedades químicas, as quais são determinadas pelos elétrons da camada de valência.

Em concordância com Kotz, Treichel e Weaver (2012), os metais tendem a “perder” elétrons da camada de valência formando cátions (íons com carga positiva), possuem brilho característico, bons condutores de calor e eletricidade, são sólidos à temperatura ambiente, com exceção do mercúrio (Hg) que é um líquido (ponto de fusão =  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), maleáveis (podem ser transformados em folhas finas), dúcteis (podem ser transformados em fios). Além disso, representam a maioria dos elementos presentes na tabela periódica.

Enquanto, os não metais (ametais) tendem a “receber” elétrons na camada de valência, formando ânions (íons com carga negativa), não possuem brilho característico (opacos), são péssimos condutores de calor e eletricidade, podem ser sólidos, líquidos ou gasosos, à temperatura ambiente, não são maleáveis e não são dúcteis (LEE, 2011).

Já, os metalóides (semimetais) se comportam ora como metais, ora como não metais, possuem propriedades intermediárias entre as dos metais e as dos não metais, diversos metalóides são semicondutores elétricos, são os principais elementos usados na fabricação de circuitos integrados e chips de computador. São eles: boro; silício; germânio; astato; antimônio; telúrio; polônio. Porém, na literatura, alguns autores como os Kotz, Treichel e Weaver (2012) não consideram o polônio como semimetal.

Figura 25. Representação dos metais, não metais e metalóides

1																	18																		
1,00794	1															4,0026	2																		
H																He																			
6,941	3	9,0122	4											10,811	5	12,011	6	14,007	7	16,000	8	19,000	9	20,180	10										
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																		
22,990	11	24,305	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	26,982	13	28,086	14	30,974	15	32,06	16	35,45	17	39,948	18										
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																		
39,098	19	40,078	20	44,956	21	47,867	22	50,942	23	51,996	24	54,938	25	55,845	26	58,933	27	58,933	28	63,546	29	65,38	30	69,723	31	72,630	32	74,922	33	78,96	34	79,904	35	83,80	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																		
85,468	37	87,62	38	88,906	39	91,224	40	92,906	41	95,94	42	98,906	43	101,07	44	102,905	45	106,87	46	107,87	47	112,41	48	114,82	49	118,71	50	121,76	51	127,61	52	127,61	53	131,29	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																		
132,91	55	137,33	56	175,10	72	180,90	73	183,84	74	186,21	75	190,23	76	192,22	77	195,08	78	196,97	79	200,59	80	204,38	81	207,20	82	208,98	83	208,98	84	209,99	85	222,02	86		
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																		
223,02	87	226,03	88	261	104	262	105	263	106	267	107	271	108	285	109	286	110	287	111	289	112	289	113	289	114	289	115	289	116	289	117	294	118		
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																		
		LANTANÍDEOS		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																	
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																			
		Actídeos	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																		
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																			

- Hidrogênio
- Metais de Transição
- Semimetais
- Metais Alcalinos
- Lantanídeos
- Não Metais
- Metais Alcalinos Terrosos
- Actínídeos
- Gases Nobres

Fonte: Disponível em: < <https://conhecimentocientifico.r7.com/tabela-periodica/>>. Acesso em: 28 abr. 2019 – Legenda (Própria autoria).

Consequentemente, a tabela periódica está relacionada às ligações químicas. Visto que, segundo Russell (2012), a palavra *valência* significa “capacidade de combinação” e os elétrons da camada de valência, são um dos grandes responsáveis pela combinação dos átomos, formando ligações entre si.

A ideia de valência foi introduzida em 1868, com o objetivo de explicar a capacidade de combinação dos átomos, tendo uma explicação plausível para esse conceito, o químico norte-americano Gilbert Newton Lewis (1875-1946), com a ideia de que a ligação química ocorre entre o compartilhamento do par de elétrons dos átomos, em 1916. No mesmo ano, o físico alemão Walter Kossel (1888-1956), formulou a ideia de que os elétrons da camada mais externa da configuração eletrônica eram os responsáveis pela valência e conforme o comportamento dos átomos, ou seja, a tendência em “perder ou ganhar” elétrons da valência, tornam-se íons (cátions e ânions), unindo-se por meio de uma força de atração eletrostática.

De acordo com Lee (2011), estudiosos Kossel e Lewis, em 1916, observaram que apenas os gases nobres existiam, isoladamente, de maneira que, esse comportamento proporciona uma estabilidade que está relacionada à sua configuração eletrônica, isto é, oito elétrons na valência, exceto, o gás hélio (He), que apresenta dois elétrons nessa camada de energia. Posteriormente, verificaram que os demais elementos formavam ligações químicas para obter a configuração idêntica a dos gases nobres e alcançar a estabilidade.

A tabela periódica atual reflete a periodicidade das propriedades atômicas que podem ser explicadas pelo modelo quântico dos átomos. Esse modelo surgiu na década de 1920, com os elétrons distribuídos em níveis energéticos, ocupando regiões espaciais denominadas orbitais, os quais receberam as denominações *s*, *p*, *d*, *f*. Deste então, a ocupação dos orbitais passou a ser o conceito lógico que rege a TP, pois ela dita a configuração eletrônica dos átomos. Contudo a sequência de disposição dos elétrons nos átomos não é tão simples, pois depende não só da energia de cada nível, mas também do tipo de orbital envolvido (TOMA, 2019).

Ainda em concordância com Toma (2019), enquanto os elétrons são atraídos pelo núcleo, eles se repelem mutuamente por forças eletrostáticas. O balanço entre as forças atrativas e repulsivas depende da natureza dos orbitais, ou seja de sua distribuição espacial. Além disso, o princípio de Pauli estabelece a distribuição dos spins, que é outro fator muito importante nas configurações eletrônicas. Por isso, a ordem de preenchimento das camadas (níveis) pode sofrer variações, principalmente quando se trata dos orbitais ***d*** e ***f***, e isso está refletido na tabela periódica.

A sequência pela qual os vários níveis de energia são preenchidos determina o número de elementos em cada período. De tal maneira que, a tabela periódica é dividida em quatro regiões principais denominadas **blocos**, de acordo com o preenchimento dos subníveis ***s***, ***p***, ***d***, ***f***. Sendo que, cada período comece com um metal alcalino e termine com um gás nobre (LEE, 2011).

Os nomes dos blocos foram propostos para representar a qualidade das linhas espectroscópicas (a radiação eletromagnética absorvida e emitida pelos átomos) dos orbitais atômicos: ***s*** = sharp, ***p*** = principal, ***d*** = diffuse e ***f*** = fundamental. Todos os elementos em um bloco são muito semelhantes, porém, se diferem em alguns aspectos.

Os grupos dos elementos classificados como **representativos** ou **principais** é devido à grande abundância na terra e no universo, formados pelos **blocos s** e **p**. A separação deles na “*Classificação Periódica*” está relacionada com a diferença entre as propriedades físicas e químicas dos blocos, com a ordem crescente do número atômico e com a distribuição eletrônica nos subníveis de energia.

É válido ressaltar que, todos os elementos do **bloco s** são metais. Geralmente, eles são brilhantes, prateados, bons condutores de calor e de eletricidade, e perdem facilmente seus elétrons de valência. Já, o **bloco p** tem a maior variedade de elementos e é o único bloco que contém três tipos de elementos: metais, não-metais (ametais) e metalóides (semimetais).

Já, os grupos menores presentes na região central da TP são denominados como elementos de **transição** e representados pelo **bloco d**, o qual foi inserido entre os blocos **s** e **p**, visto que, as propriedades dos metais de transição são intermediárias às dos elementos destes blocos. Uma delas, pode ser constatada com o fato deles serem mais eletropositivos que os elementos do bloco **p**, porém, menos eletropositivos do que os do bloco **s**.

Há ainda, os grupos dos **lantânídeos** (terras raras) e **actinídeos** (terras raras pesados) são formados pelo **bloco f** sendo, simultaneamente, designados como elementos de transição interna e, usualmente, colocados abaixo da tabela principal para uma representação mais compacta da tabela periódica e uma das características desses elementos, é que são radioativos. (RUSSELL, 2012; ATKINS; JONES, 2012).

Indiscutivelmente, é importante salientar que um requisito importante da teoria atômica é que a tabela periódica deve explicar não apenas a repetição de propriedades, mas também o motivo do aparecimento de espaços vazios.

Figura 26. Blocos da tabela periódica

Bloco s		Bloco p					
1 H							2 He
3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

Bloco d									
21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg
	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn

Bloco f														
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

**LEGENDA:**  
**Verde:** estado sólido  
**Amarelo:** estado gasoso  
**Azul:** estado líquido  
**Observação:**  
 à temperatura ambiente.

Fonte: Disponível em: < [www.compoundchem.com](http://www.compoundchem.com)>. Acesso em: 02 set. 2018.

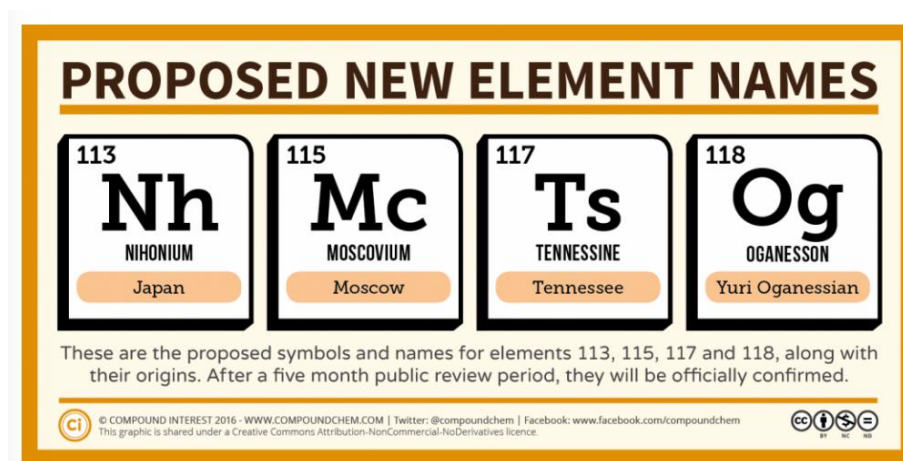
## 5.9.2. Sistematização da nomenclatura

De acordo com as diretrizes elaboradas pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (sigla em inglês, IUPAC), para a nomeação dos elementos químicos são compartilhadas com os descobridores para auxiliar em suas propostas. Mantendo a tradição, os elementos recém descobertos podem ser nomeados seguindo:

- um conceito ou personagem mitológico (incluindo observações astronômicas),
- uma substância mineral ou similar,
- um lugar, ou região geográfica,
- uma propriedade do elemento, ou
- um cientista.

Os nomes dos novos elementos possuem terminação que reflete e mantém a consistência histórica e química. Na língua inglesa a terminação “-ium” para elementos pertencentes aos grupos 1 a 16, “-ine” para elementos do grupo 17 e “-on” para elementos do grupo 18. Os nomes para os novos elementos químicos devem permitir tradução adequada para outros idiomas.

Figura 27. Os novos elementos propostos



Fonte: Disponível em: < [www.compoundchem.com](http://www.compoundchem.com)>. Acesso em: 02 set. 2018.

Em concordância com a IUPAC, oficializou em dezembro de 2016 os novos elementos adicionados à sétima fileira são: Nihonium, símbolo Nh, para o elemento de número atômico 113; Moscovium, símbolo Mc, para o elemento de número atômico 115; Tennessee, símbolo Ts, para o elemento de número atômico 117; e

Oganesson, símbolo Og, para o elemento de número atômico 118. Foram ratificados, no dia 13 de julho de 2017, durante o 46º Congresso Mundial de Química Pura e Aplicada (IUPAC) realizada na cidade de São Paulo, Brasil. De modo que, atualmente, a TP é constituída por 118 elementos químicos.

Mantendo a tradição, os novos elementos químicos recentemente adicionados à tabela periódica receberam os seus nomes em função ou do lugar ou região onde foram descobertos ou em homenagem a algum cientista. Além de ter uma designação que mantém uma consistência histórica e química: a terminação –ium para os elementos 113 e 115 é a mesma para todos os novos elementos do grupo 1 a 16 (os de número atômico de 86 a 116). Já para o elemento 117, pertencente ao grupo 17, o sufixo do nome é o mesmo do grupo: -ine, e para o elemento de número atômico 118 o sufixo é –on, o mesmo que os demais do grupo 18 (exceção ao hélio, que na tabela periódica oficial tem o nome “helium”).

É importante salientar que, em conformidade com as diretrizes da IUPAC, não há o costume de designar cientistas vivos com o nome de um elemento químico. Porém, surpreendentemente, o elemento químico “Oganesson” é uma notável exceção, afinal, o homenageado físico nuclear russo Yuri Tsolakovich Oganessian ainda é vivente.

Quanto à simbologia dos elementos químicos, desde 1947, a IUPAC tem a responsabilidade de aprovar os nomes dos elementos e decidir sobre o símbolo para cada elemento. Após exame e aceitação pela mesma, durante um período de consulta pública por cinco meses, o nome e o símbolo são então submetidos ao Conselho para a respectiva aprovação. Finalmente, o nome é publicado na revista científica *Pure and Applied Chemistry*.

Os símbolos químicos são geralmente de uma ou duas letras, todavia, às vezes três letras são usadas antes da ratificação da nomenclatura oficial. Por sua vez, o uso da segunda letra evita duplicidade na simbologia dos elementos.

No que se refere ao nome e/ou o símbolo, podem ser originários de diferentes idiomas, como por exemplo, W significa Tungstênio (elemento volfrâmio, que provém do alemão *wolf rahm* = baba ou saliva de lobo) e Na representa Sódio (Natrium, nome latino referente ao vale de Natron, perto do Cairo e de Alexandria). A variação dos nomes e dos símbolos está relacionada com a universalidade da classificação periódica, independentemente do idioma, torna-os mais abrangentes e úteis.



Todavia, apesar do importante papel da IUPAC na organização da tabela periódica, sendo um meio articulador da comunicação entre dados científicos e pesquisas, em diversos momentos, é nítida a pouca valorização dessa instituição por parte dos estudantes.

Portanto, é inegável que a tabela periódica é o alfabeto da Química que organiza os elementos sistematicamente de acordo com as propriedades químicas e físicas. O número atômico, facilita a localização e previsão das propriedades químicas de qualquer elemento da TP. Também, a posição do elemento, auxilia na representação da configuração eletrônica e na identificação dos elétrons da camada de valência do átomo. Outra notória característica é que a TP revela as semelhanças, as diferenças e as tendências em relação às propriedades química e contribui na escrita da fórmula molecular e previsão do composto formado por dois ou mais elementos.

Figura 28. Tabela periódica proposta pela IUPAC (2018)

**IUPAC Periodic Table of the Elements**

Key:  
 atomic number  
 Symbol  
 name  
 standard atomic weight  
 standard atomic weight

1 H hydrogen 1.008 (1.0078, 1.0082)																	2 He helium 4.0026
3 Li lithium 6.94 (6.938, 6.947)	4 Be beryllium 9.0122											5 B boron 10.81 (10.806, 10.821)	6 C carbon 12.011 (12.009, 12.012)	7 N nitrogen 14.007 (14.006, 14.008)	8 O oxygen 15.999 (15.999, 16.003)	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180
11 Na sodium 22.990 (22.989, 22.991)	12 Mg magnesium 24.305											13 Al aluminum 26.982 (26.981, 26.983)	14 Si silicon 28.086	15 P phosphorus 30.974 (30.973, 30.976)	16 S sulfur 32.06	17 Cl chlorine 35.45	18 Ar argon 39.948
19 K potassium 39.098 (39.096, 39.101)	20 Ca calcium 40.078 (40.078, 40.078)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867 (47.867, 47.867)	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938 (54.938, 54.938)	26 Fe iron 55.845	27 Co cobalt 58.933 (58.933, 58.933)	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546 (63.546, 63.546)	30 Zn zinc 65.38 (65.38, 65.38)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630 (72.630, 72.630)	33 As arsenic 74.922 (74.922, 74.922)	34 Se selenium 78.96 (78.96, 78.96)	35 Br bromine 79.904 (79.904, 79.904)	36 Kr krypton 83.796 (83.796, 83.796)
37 Rb rubidium 85.468 (85.468, 85.468)	38 Sr strontium 87.62 (87.62, 87.62)	39 Y yttrium 88.906 (88.906, 88.906)	40 Zr zirconium 91.224 (91.224, 91.224)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.94	43 Tc technetium 98.906	44 Ru ruthenium 101.07 (101.07, 101.07)	45 Rh rhodium 102.91 (102.91, 102.91)	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87 (107.87, 107.87)	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82 (114.82, 114.82)	50 Sn tin 118.71 (118.71, 118.71)	51 Sb antimony 121.76 (121.76, 121.76)	52 Te tellurium 127.60 (127.60, 127.60)	53 I iodine 126.90 (126.90, 126.90)	54 Xe xenon 131.29
55 Cs cesium 132.91 (132.91, 132.91)	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49 (178.49, 178.49)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21 (186.21, 186.21)	76 Os osmium 190.23 (190.23, 190.23)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97 (196.967, 196.967)	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38 (204.38, 204.38)	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganesson
57 La lanthanum 138.91 (138.91, 138.91)	58 Ce cerium 140.12 (140.12, 140.12)	59 Pr praseodymium 140.91 (140.91, 140.91)	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36 (150.36, 150.36)	63 Eu europium 151.96 (151.96, 151.96)	64 Gd gadolinium 157.25 (157.25, 157.25)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93 (164.93, 164.93)	68 Er erbium 167.26 (167.26, 167.26)	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05 (173.05, 173.05)	71 Lu lutetium 174.97			
89 Ac actinium 227.03	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium			

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

Fonte: IUPAC (2018)



### **5.9.3. 2019: O ano internacional da tabela periódica – Do jogo de cartas à previsão científica**

Incontestavelmente, 2019 se tornou o ano internacional da tabela periódica (TP), visando reconhecer sua importância como uma das construções científicas mais relevantes da ciência moderna. Afinal, contribuiu na sistematização e organização do conhecimento científico.

A Organização das Nações Unidas (ONU) teve a iniciativa de homenagear a tabela periódica em 2019, tendo o apoio da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, na sigla em inglês), além de outras instituições e organizações científicas em diversos países. Em um esforço simbólico para “aumentar a sua consciência global e a educação em ciências básicas”, conforme declarado em comunicado oficial.

Nesse contexto, a Unesco (2019), anuncia que o ano 2019 é uma oportunidade para se refletir sobre os diversos aspectos que circundam a tabela periódica, incluindo sua história, o papel das mulheres na pesquisa científica, as tendências e as perspectivas mundiais sobre a ciência para o desenvolvimento sustentável, além dos impactos sociais e econômicos dessa área.

A presença da tabela periódica, desde a sala de aula aos mais sofisticados centros de pesquisa, reflete a sua importância no mundo científico. Assim como, está estampada nas avaliações e diversos materiais didáticos, tais como livros e apostilas.

Em anuência com Scerri (2008), a TP captura a essência da química em um padrão elegante, proporcionando uma maneira concisa de entender como todos os elementos químicos conhecidos reagem entre si e entram na ligação entre as substâncias químicas e ajuda a explicar as propriedades de cada elemento que o fazem reagir dessa maneira.

Seguramente, a tabela periódica é um ícone da Química, não só pela riqueza de informações, mas também, pela sistematização das mesmas. De tal maneira que, mesmo não sendo apresentados à essa disciplina, muitos estudantes já ouviram falar da “tão famosa” tabela periódica. Diante disso, pode-se dizer que é a porta de entrada da Química para o ensino médio.

Nesse sentido, antagonicamente, em muitos momentos no processo de ensino e aprendizagem, a tabela periódica representa a alegria e o terror de alunos do ensino médio.

De acordo com o presidente da Real Sociedade Espanhola de Química, Antonio Echavarren, afirmou à Agência Efe (Serviço de notícias internacionais da Espanha), em 29 de janeiro de 2019, no lançamento do ano internacional da TP, em Paris (França) que “A tabela periódica é o alfabeto da química que, por sua vez, é o alfabeto da vida”. Em consonância com Toma (2019):

De fato, atualmente, a Tabela Periódica é um Portal do Conhecimento. Nela estão todos os elementos químicos conhecidos. Assim como as letras do alfabeto compõem as palavras, os elementos compõem todas as substâncias e materiais que conhecemos e proporcionam conforto e qualidade vida através da Química. Sob o símbolo de cada elemento existe uma longa história de descobertas, muitos Prêmios Nobel e também muitos sonhos a embalar a nossa vida.

Mas, afinal por quê 2019? Há 150 anos, em 1º de março de 1869, o notável químico russo Dmitri Mendeleiev (1834-1907) publicou o primeiro esboço de sua tabela periódica contendo 63 elementos químicos. Mendeleiev decidiu usar o formato de um jogo de cartas para organizar os elementos químicos da TP. Com isso, ele pegou várias fichas de papel e começou a escrever em cada uma delas o nome de um elemento, acompanhado de sua massa atômica e propriedades químicas.

Terminado o “baralho” de elementos químicos, Mendeleiev começou a ordenar os cartões como se faz no jogo de paciência, os elementos de propriedades químicas semelhantes eram como cartas pertencentes ao mesmo naipe, e dentro de cada um desses “naipes” a ordem crescente de massas atômicas era como a ordem numérica crescente das cartas. Vencido pelo cansaço, adormeceu sobre a mesa de estudo e teve um sonho, amparado por anos de estudo e dedicação.

Ao acordar e transpor para o papel o que havia sonhado, Mendeleiev percebeu a lógica de sua organização, uma vez que, quando os elementos são colocados em ordem crescente de massas atômicas, as propriedades químicas apresentadas por eles se repetem periodicamente. Daí, o nome “tabela periódica dos elementos”.

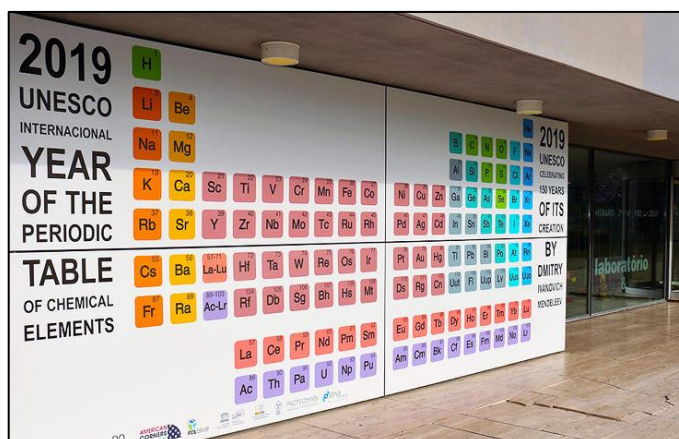
Embora a construção da TP tenha tido a participação de diversos estudiosos, a genialidade e audácia de Mendeleiev se deve ao fato de ter previsionado a existência de elementos, até então, desconhecidos, tais como o gálio, o germânio e o escândio, conforme sinalizam Kotz, Treichel e Weaver (2012), sendo que, suas previsões foram confirmadas com a descoberta do germânio em 1886. Além das propriedades químicas e físicas semelhantes aos elementos pertencentes à mesma coluna. Deixando as lacunas na tabela periódica. Tal rigor na previsibilidade de Mendeleiev contribuiu significativamente para a aceitação da TP.

Nesse contexto, de acordo com Strathern (2002, p. 251):

Com a Tabela Periódica, a Química chegou à maioria. Como os axiomas da geometria, da física newtoniana e da biologia darwiniana, a Química tinha agora uma ideia central sobre a qual todo um novo corpo de ciência podia ser construído. Mendeleiev classificara os tijolos do universo.

De tal maneira que, em conformidade com Toma (2019), o ano internacional da tabela periódica é um estímulo e oportunidade para reflexão, colocando a Química no centro da atenção, com suas implicações de natureza histórica, econômica, social e futurística. Nesse contexto, além de Mendeleiev, outros grandes nomes que fazem parte da construção histórica da TP merecem ser lembrados com seu devido crédito e legado, sobretudo, para propagação de uma compreensão correta dos elementos e da própria Química enquanto construção humana inacabada. Portanto, esta iniciativa da ONU deve ser celebrada pela sociedade como um todo.

**Figura 29. Homenagem ao ano internacional da tabela periódica**



Fonte: Disponível em: <[www.fct.unl.pt/noticias/tabela-periodica-esta-viva](http://www.fct.unl.pt/noticias/tabela-periodica-esta-viva)>. Acesso em: 24 jun. 2019.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS (1ª ETAPA): INDICADORES SOBRE O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA.

Sem dúvida, a tabela periódica é conhecida internacionalmente como um instrumento que norteia o estudo da Química, sendo presente desde a sala de aula até os mais avançados laboratórios, auxiliando significativamente na aprendizagem e na pesquisa de desenvolvimento, ou seja, nas aplicações cotidianas.

Com relação à importância de ensinar a tabela periódica no ensino médio, esboçada na questão 1, de acordo com Oliveira et al. (2015), a TP é a ferramenta mais importante e significativa para a obtenção de informações sobre os elementos químicos e suas propriedades, de modo que, esse instrumento é indispensável para a Química.

De tal maneira que, é plausível refletirmos sobre o exposto pelos autores Zerger, Melo e Luca (2016, p. 6):

Ao ser considerada como um recurso didático que se interpõe entre o estudante e o mundo, a tabela periódica amplia as possibilidades do entendimento que o estudante terá de si mesmo e do mundo, uma vez que é mediadora; sendo assim contribuirá para a construção de signos e significados.

Em relação ao ensino de Química, a tabela periódica traduz a dimensão simbólica e representacional da Química de muitos conceitos estudados em sala; conceitos estes que exigem do aluno um olhar interpretativo ao reconhecer, inclusive, o caráter abstrato de teorias e modelos científicos.

Quanto aos professores entrevistados, foram unânimes ao expressarem o quanto o ensino da tabela periódica é relevante no ensino médio, como também, no fundamental, de acordo com os relatos a seguir:

*(...) acredito que deve ser ensinado desde o ensino fundamental, não precisa ser só no ensino médio não; é treinando o aluno a olhar, entender o que significa cada um dos elementos, o que a tabela traz de ensinamento (Profª p);*

*(...) é um dos principais conteúdos; é um bom conteúdo para fortalecer esse primeiro contato dele com a Química (Prof. d);*

*(...) tanto no ensino médio, no 1º ano, quanto no 9º ano, ensino fundamental; porque a tabela periódica norteia tudo (Prof. f);*

Ao encontro deste último depoimento, a classificação periódica dos elementos apresenta grandes possibilidades pedagógicas que, embora seja encarada como uma tabela consultiva, deveria ser explorada no que diz respeito ao poder interpretativo da Química. Além disso, utilizar a tabela periódica no ensino fundamental não significa empregar o decorar de conceitos, mas, permitir uma introdução amparada na reelaboração conceitual de muitos outros assuntos futuros. Assim, como em um processo de alfabetização científica, onde o discente aprenderá a ler, escrever e falar sobre a Química, a tabela periódica é, inclusive, um recurso didático útil e significativo na apropriação do sistema de representação química (linguagem científica).

Entretanto, sabe-se que a maioria dos professores ainda norteiam sua prática pedagógica em livros didáticos, geralmente, adotados por eles mesmos. De modo que, conforme Luca et al. (2015, p.16) alegam: ao referirmos sobre a abordagem da tabela periódica em LD de ciências e química, suas apropriações e significados não são considerados, uma vez que, é apresentada por meio de diversos dados numéricos dos elementos químicos e uma lista de propriedades periódicas, das quais devem ser identificadas pelos alunos, por meio de exercícios específicos de memorização, comparando-os e classificando-os; tornando o processo de ensino e aprendizagem sem significado.

Sobre a capacidade de leitura e interpretação da informação química, a **professora p**, pontua a necessidade do aluno em:

*(...) **saber ler, interpretar e tirar os dados da tabela**, com isso, ele [o aluno] sabe, praticamente, quase que tudo sobre os elementos químicos que tem no planeta (Profª p);*

Com isso, a imensa quantidade de informações sobre os elementos químicos e suas propriedades química e físicas não podem ser encaradas como um

produto pronto e passível de memorização. É necessário que o docente leve o discente a saber fazer uso deste material como aporte explicativo e interpretativo dos fenômenos, correlacionando-a com os demais conteúdos da Química. Conforme expõe o **professor d**:

*(...) a tabela ajuda o aluno a entender como que a matéria se comporta, como que a gente organiza as subpartículas. Assim, para ele [o aluno] começar a perceber a questão macroscópica e submicroscópica dos elementos químicos e associar com o seu cotidiano (Prof. d);*

Nesse aspecto, é possível estabelecer uma interface com os demais conceitos químicos abordados, associando o estudo da classificação periódica ao cotidiano dos alunos, uma vez que esses elementos – tão abordados na Química – são, na verdade, as unidades construtoras da matéria e dos materiais em nossa volta (CARDOSO, 2014). Afinal, ainda que seja uma realidade distante nas escolas, o maior objetivo do ensino de Química é ensinar um novo olhar para a vida (LUCA, 2001).

Infelizmente, apesar de ser um conteúdo tão abrangente no ensino de Química, sua justificativa é realizada, quase sempre, pelo motivo de ser bastante abordado nos vestibulares e ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Conforme, constatado na fala, a seguir, do **professor f**,

*(...) não adianta você ensinar química orgânica lá no 3º colegial, carbono, hidrogênio, e tudo mais... hidrocarbonetos, álcool ou outros compostos, se o menino não sabe o que é carbono e hidrogênio (Prof. f);*

Vale salientar que, a tabela periódica sendo considerada um ícone da Química, muitos estudantes, ainda que não foram apresentados à esta disciplina, já ouviram falar em algum momento na “famosa” tabela periódica. Fala reforçada pelo **professor f** ao afirmar que ela [a tabela] “é uma porta de entrada da Química para o ensino médio”.

No que se refere ao modo de serem abordados os conteúdos da tabela periódica, conforme o exposto na questão 2, em geral, os professores participantes alegaram que introduzem o ensino explicando o conceito de períodos, grupos

(famílias) com suas respectivas denominações, o porquê da disposição dos elementos químicos, relacionando-a com a distribuição eletrônica dos elétrons e classificando esses elementos em metais, ametais e semimetais. Em seguida, o estudo das propriedades periódicas da tabela periódica. De acordo com a afirmação das **professores s, p e d**.

*(...) Eu inicio mostrando para eles, as famílias e os períodos. Mostrando o porquê que este elemento está naquela família, né? No caso, porque tem as propriedades semelhantes (**Profª s**);*

*(...) o que é período, o que é família, o que camada de valência (...) E depois, quando vai fazer as ligações químicas, né? Quantos elétrons têm na camada de valência olhando a tabela periódica? Não precisando mais fazer distribuição eletrônica (...) aí vem a eletronegatividade, as propriedades, né, quem são metais e quem não são. Essas coisas... (**Profª p**);*

*(...) começo o estudo da tabela periódica falando separadamente dos elementos químicos, associando com a vivência dele, para ele saber onde está determinado elemento químico, algumas características. (...) Porque se eu for direto na parte do conteúdo, eles “meio que” desanimam, então eu faço primeiro, uma associação. Em seguida, eu mostro alguns modelos de tabela antigos, passando rapidamente, para não perder tanto tempo, porque o nosso tempo é curto e por meio da distribuição eletrônica de níveis e subníveis de energia e propriedades periódicas e aperiódicas, eu mostro para eles alguns dos motivos pelo o qual a tabela tem aquela formatação, aquela estrutura e aí eles começam a associar a parte teórica da Química com a tabela periódica em si. Então é, mais ou menos, uma associação do cotidiano desse aluno com a parte teórica da Química. Fazendo da maneira mais agradável possível para não assustar o aluno e manter o interesse (**Prof. d**);*

É válido ressaltar que, também há a preocupação, por parte dos professores entrevistados, quanto à associação do estudo da tabela periódica ao cotidiano dos alunos, a aprendizagem e o interesse dos mesmos pelo conteúdo abordado. Nas entrevistas, notamos indícios das concepções dos professores sobre o que seria uma abordagem cotidiana. Isso nos chama à atenção, pois, há o risco de muitos

professores terem uma visão superficial e confusa acerca de um ensino próximo da vida dos alunos. Isso é facilmente identificado quando os professores dizem que relacionar ao cotidiano é dizer que o oxigênio é o gás que respiramos e que o filamento da lâmpada é feito do metal tungstênio.

Desse modo, nos alicerçamos em Wartha, Silva e Bejarano (2013) ao apontarem a necessidade de um ensino de conteúdos relacionados a fenômenos que ocorrem na vida diária dos indivíduos com vistas à aprendizagem de conceitos. Ainda, de acordo com os referidos autores, adotar o estudo de fenômenos e fatos do cotidiano pode recair numa análise de situações vivenciadas por alunos que, por diversos fatores, não são problematizadas e conseqüentemente não são analisadas numa dimensão mais sistêmica como parte do mundo físico e social (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 85).

Também foi possível, em diversos momentos, perceber que os professores sentem dificuldades de tornar o ensino de Química mais atrativo e, progressivamente, menos pessoas se interessam pelo entendimento dos conhecimentos científicos, tornando-se um ciclo vicioso e de difícil rompimento, conforme defende Morigi (2018). De tal maneira que, em concordância com Souza e Schnetzler (2014), quando afirmamos que a ciência química sustenta-se no pensamento abstrato, queremos dizer que para aprendê-la e/ou ensiná-la é preciso saber explicar e compreender seus fenômenos em nível atômico-molecular. Ainda, de acordo com os autores acima, os professores ao elaborarem suas explicações precisam ser cuidadosos no que se refere ao tratamento coerente do conceito que é estudado.

Nesse contexto, é importante refletirmos sobre o ensino de Química, de acordo com Chassot (2018, p. 153):

O conhecimento químico, tal como é usualmente transmitido, desvinculado da realidade do aluno, significa muito pouco para ele. A transmissão-aquisição de conceitos de Química adota um discurso recontextualizado que não é originado da prática de professores que o empregam na escola secundária, mas que foi produzido na distante universidade.

Ao questionar sobre a discussão de outras representações da tabela periódica em suas aulas, na questão 3, houve uma singularidade nas respostas dos professores entrevistados, ao relatarem que utilizam a tabela periódica atual. Porém,



apresentando algumas ressalvas, quanto às demais representações. De acordo com as seguintes falas:

*(...) eu, pelo menos, falo mais só da que o Mendeleiev organizou, né? Nesse caso, eu não fico falando de outras porque não é oficial (Profª S);*

*(...) Eu **abordo muito pouco**, eu **foco mais na tabela periódica atual**, porque é o que é cobrado no vestibular, no ENEM, em qualquer tipo de prova, exercício que o aluno for fazer... **pois é cobrado essa**. Então, eu, **apenas, falo de alguns outros modelos de tabela periódica de forma histórica**. Eu falo: “Olha antes de se chegar nisso que nós utilizamos hoje, é... algumas outras formas da tabela periódica também eram estudadas, como aquela forma em espiral, etc”. Mas, é **bem sucinto mesmo**. Eu só mostro para eles assim. “Meninos! Existe isso daqui, tudo bem? Porém, nós vamos trabalhar com essa daqui”. Assim, bem curto e grosso mesmo, porque senão a gente fica trabalhando uma coisa que eles não vão aproveitar tanto assim. **Se a gente pudesse trabalhar tudo seria ótimo, então, a gente precisa dar uma filtrada (Prof. d);***

No que concerne à maneira que os professores entrevistados abordam a lógica de organização da tabela periódica em suas aulas, na questão 4, não houve uma real compreensão por todos, mediante as respostas obtidas. Entretanto, os professores que entenderam a finalidade da questão, relacionaram a organização da tabela periódica à distribuição eletrônica dos elétrons, a localização dos elementos nos grupos (famílias) e períodos. Conforme, as falas relatadas, a apresentação dos conteúdos segue um padrão tradicional amparado, sobretudo, na ordem abordada pelos livros didáticos:

*(...) às vezes fazendo a distribuição, também, dá para saber o período e a família, né? Então, é mais ou menos dessa forma, que a gente trabalha de organização para saber (Profª S);*

*(...) Ah, eu abordo como ela foi montada, o porquê das famílias, né? Dos semelhantes, a posição de cada uma, normal, não tem nada assim de diferente não. Assim, os metais, os metais alcalinos depois vem as outras famílias, normal*

*mesmo... Depois vem a posição de cada uma, de 1 a 18, as propriedades de cada uma, porquê elas estão agrupadas daquele jeito (Profª p);*

*(...) eu falo dos períodos, famílias e para que serve os elementos. A função de cada um. Óh, aqui no meio da tabela periódica é o quê? Ali tem os representativos, aqui tem os de transição (Prof. f);*

Sendo que, é plausível a colocação do professor d, que ao abordar a lógica de organização da tabela periódica, explica a classificação dos elementos em representativos e de transição de acordo com o número de elétrons presente no subnível da camada de valência, por meio da distribuição eletrônica determinando os blocos *s*, *p*, *d*, *f*. Expondo, posteriormente, as propriedades periódicas e aperiódicas. Tal fato, pode ser retratado, em seguida:

*(...)Eu, primeiro, falo dos períodos e dos grupos e mostro por meio dos números atômicos e as distribuições eletrônicas, o motivo pelo qual os elementos químicos estão em determinados grupos e períodos. Para eles poderem compreender o motivo pelo qual a tabela é daquela maneira. “Ah, os elementos do grupo 1, significa que são elementos que terminam a sua distribuição eletrônica no subnível “s”, contendo 1 elétron na sua última camada, aliás, contendo 1 elétron nesse subnível “s”. Aí, eu mostro para eles que a tabela, a gente pode enxergar ela, observando apenas os subníveis. As primeiras 2 colunas, no subnível “s” porque tem 2 elétrons, no máximo, o primeiro grupo com 1 e o segundo grupo com 2 elétrons. Aí, eu mostro a distribuição eletrônica dos 2 ou 3 primeiros elementos químicos, depois eu mostro a distribuição eletrônica de um elemento do grupo 2 e extrapolo: “Olha, então, os outros também serão assim”. Depois eu passo para os elementos do grupo 13 até o grupo 18, que são os que terminam a distribuição eletrônica em “p”. Então, juntando s e p, são os elementos químicos representativos. E, eu mostro para eles que o subnível p suporta até 6 elétrons. Então, como ali tem 6 grupos, significa que o 13 é um, o 14, dois, e assim, sucessivamente. Depois, os elementos de transição são aqueles terminados em “d” e “f”. E aí, eu mostro também, que o d tem 10 grupos, então é d1, d2 até o d10. E depois, lá no f, a mesma coisa. Então, eu procuro estabelecer a minha lógica baseando no número de elétrons de cada subnível e em cada região da tabela periódica. Claro que, eu não vou ficar abordando, por*

*exemplo, o tema de ligação química junto com a tabela. Apesar de fazer sentido a gente fazer essa associação. Mas, eu procuro mostrar, primeiro em distribuição eletrônica e, em segundo, as propriedades periódicas e aperiódicas (Prof. d);*

No que se refere à maneira como exploram a história da ciência quando abordam o conteúdo da tabela periódica, revelada na questão 5, os professores entrevistados não hesitaram em dizer que, geralmente, não apresentam os aspectos históricos e quando há essa abordagem é, extremamente, superficial. De modo que, não comprometa o ensino da tabela periódica em sua totalidade.

O principal motivo dessa “superficialidade” com relação ao período histórico, apontado pelos professores participantes, deve-se à reduzida quantidade de aulas de Química no ensino médio. Especificamente, na rede pública de ensino são 2 (duas) aulas semanais.

De fato, na minha concepção, a quantidade de aulas pode influenciar no cumprimento do planejamento anual e grade curricular dos alunos, todavia, não está relacionada à qualidade do ensino da tabela periódica. Visto que, a história dessa construção científica é de fundamental importância para o entendimento da periodicidade e demais conceitos químicos que versam o conteúdo da TP.

Conforme o exposto acima, segue o trecho das falas:

*(...) como o tempo é pequeno, curto, eu estou falando, assim para gente lecionar mesmo... Geralmente, a gente nem fala muito, a gente já entra direto na tabela, eu, pelo menos, trabalho dessa forma. Pelo tempo estar curto, pela correria do ano, né, eu já entro explicando um pouquinho sobre o Mendeleev ali, oh, organização e tudo, né, falando que foi organizado em ordem crescente de número atômico e tudo. Não fico, não fico entrando muito em história não, eu tô falo assim, pelo tempo corrido, né. Eu tô falando assim, tá, eu já entro realmente, assim, né, já explicando sobre a tabela, os períodos certinho, as famílias, como que foi organizada, né... (Profª s);*

*(...) Olha a “história” eu abordo muito pouco, porque são 2 aulas semanais, então, assim, a Química é um conteúdo extenso para 2 aulas. Então, já vai no básico do que o aluno precisa saber, o que é o principal que o aluno precisa saber da tabela periódica... Entendeu? E vou com a matéria, então a parte histórica é muito pouco, eu só falo, eu nem ponho no quadro, o resumo da história, entendeu. Só falo e ali*

*vai... Então, essa parte, assim, como que chegou na tabela de hoje, é só falado. Quando eu vou entrar no capítulo eu falo como que organizou a tabela, as tríades, vou falando direitinho... Mas, assim, de pôr no caderno, falar para eles copiar, cobrar na prova isso daqui... Isso aí, não. (Profª p);*

*(...) No começo, eu falava muito mais da questão histórica do que hoje. Hoje, ao invés de eu gastar o tempo falando historicamente, eu gasto o tempo tentando associar com o cotidiano do aluno. Porque eu não vou ter tempo para fazer os dois e, muitas vezes, em algumas situações quando eu cito exemplo da vivência dele, eu consigo uma atenção um pouco maior. Isso eu fui percebendo ao longo dos anos que eu fui dando aulas. Quando eu falo, historicamente, eu gosto de mostrar que antes, não se tinha todos os recursos que temos hoje (...). E, hoje, nós estamos numa fase muito tecnológica. Então, o tempo é curto para discutir, historicamente, elementos químicos, modelos atômicos. É, modelos atômicos também entra, subpartículas. A gente precisa, como diz um professor que me deu aula há muitos anos. Ele inseriu na minha vida, a palavra “essencial”. Você precisa mostrar ao aluno o que é essencial para que ele tenha condições de continuar buscando a partir da sua explicação. Não adianta, eu esmiuçar uma determinada coisa e não dar tempo de falar sobre outra e quando ele for tentar aprender algo mais, ele não terá base suficiente para aquilo. Então, eu preciso fazer com que ele associe da melhor maneira possível. E, hoje em dia, então, eu gasto a maior parte do tempo falando da vivência e não da história que envolve a tabela periódica ou elementos químicos e tudo mais (Prof. d);*

Diante disso, foi possível verificar que a questão do “tempo” disponível foi relatado por diversos momentos, nas falas dos professores participantes como uma justificativa de não discutirem os aspectos históricos da tabela periódica.

No entanto, é de suma importância salientarmos que em concordância com Leite e Porto (2015), a história do desenvolvimento da tabela periódica, ao invés da simples menção a nomes e datas de “grandes descobertas”, se houver a apresentação das contribuições de diversos cientistas, delineando a complexidade do processo de construção da ciência, possibilita o entendimento desta como uma construção coletiva e permanente. Sendo que, o processo histórico pode auxiliar o

entendimento da periodicidade dos elementos e os raciocínios químicos que levaram à sua proposição.

Ainda é notório enfatizar que contrariando as falas dos entrevistados, para Zenger, Melo e Luca (2016), a história da tabela periódica é um tema importante, abrangente com muitos estudos e debates. Assim, o professor precisa ter um conhecimento razoável da história da Ciência e também apropriar-se de uma bagagem cultural que o credencie a estabelecer as contextualizações necessárias para articular este conteúdo com aspectos históricos e filosóficos da Ciência.

No tocante à questão 6, que se refere à maneira que os sujeitos da pesquisa relacionam a tabela periódica com os demais conteúdos de Química, foi possível constatar que, de maneira geral, todos os participantes alegaram que o estudo da tabela periódica possui uma interface com vários conteúdos de Química, tais como: ligações químicas, funções inorgânicas (ácidos, bases, sais, óxidos), radioatividade, soluções, eletroquímica e compostos orgânicos.

Nesse contexto, em concordância com Berbaum e Maldaner (2016), no ensino de Química, a TP é de grande importância na compreensão dos diversos conceitos químicos, como ligações químicas e propriedades periódicas dos elementos.

Conforme exprimem as falas a seguir, esboçando a relação do ensino da TP com as configurações eletrônicas dos elementos químicos e as ligações químicas:

*(...) a tabela periódica como eu faço a associação dela com a **distribuição eletrônica. Um dos primeiros conteúdos que eu associo ela, são as ligações químicas. Mostrando que os elementos químicos, na sua grande maioria, apresentam uma instabilidade, porque eles estão num estado que gasta muita energia e como nós seres humanos, também, procuramos isso, a gente procura ficar num estado de menor energia. E, o mesmo acontece com os elementos químicos e para que isso aconteça é necessário que eles tenham as configurações eletrônicas necessárias para isso. Então, eu explico sobre a perda, ganho e transferência de elétrons para esses meninos e, logicamente, isso envolve as ligações químicas. E, para mim, esse é o principal ponto da tabela periódica. Então, a distribuição eletrônica nos níveis e subníveis, as ligações química e, então nós vamos entrando em moléculas, íons e aí a gente entra também, na parte de isótopos, isóbaros e isótonos. (...) Então, indiretamente, eu terminei de explicar a***

*tabela periódica, eu falo de **ligação química**, eu explico um **pouquinho de distribuição eletrônica** que eu, normalmente, faço, primeiro no conteúdo e lembro um pouco de tabela periódica. (...) Quando eu vou estudar ácidos e bases, eu lembro um pouco de ligações químicas, tabela periódica e distribuição eletrônica. E, assim, a gente vai resgatando, de pouquinho a pouquinho para o aluno não perder o rumo e continuar associando com as matérias anteriores. (Prof. d);*

De fato, é possível entender a organização da tabela periódica de acordo com a configuração eletrônica dos elementos, visto que, é dividida em blocos s, p, d e f, com exceção dos elementos hidrogênio e hélio, devido as suas propriedades peculiares, há uma estreita relação da organização dos elementos e suas propriedades.

Em consonância com Atkins e Jones (2012), a compreensão das propriedades periódicas, permite entender a organização dos elementos e a possibilidade de uma determinada ligação química, de acordo com a sua configuração eletrônica. Daí, a ideia central da tabela periódica ser a periodicidade, ou seja, a repetição regular de algumas propriedades físico-químicas ao longo de um período.

Todavia, apesar dos entrevistados alegarem discutir a configuração eletrônica dos elementos, para Berbaum e Maldaner (2016), no ensino de Química atual, a periodicidade dos elementos químicos fica omitida no desenvolvimento dos conteúdos referentes à tabela periódica.

Nesse aspecto, é importante ressaltar que a tabela periódica constitui-se um material imprescindível no ensino de Química, sendo um instrumento facilitador no entendimento de diversos conteúdos da Química, tais como, ligações químicas, geometria molecular, funções inorgânicas e orgânicas e radioatividade. Assim como, há uma interface possibilitando uma relação interdisciplinar, a partir da compreensão de conceitos fundamentais como: elemento químico, átomo, composto, molécula, número atômico e massa atômica, proporcionando a compreensão dos processos químicos e estreitando as relações dos meios científico, cultural e social.

É válido dizer que, para as autoras Anastasiou e Aves (2015), a compreensão do que seja ensinar é um elemento fundamental. O verbo ensinar, do latim *insignare*, significa marcar com um sinal, que deveria ser de vida, busca e despertar para o conhecimento. Além disso, apreender é diferente de aprender,

apesar de haver uma relação entre os sujeitos e o conhecimento. Sendo que, apreender, do latim *apprehendere*, significa segurar, entender, compreender. Já, aprender significa tomar conhecimento, receber uma informação.

De modo que, ainda de acordo com as reflexões elaboradas por Anastasiou e Alves (2015), compreender é apreender o significado de um objeto ou de um acontecimento, relacionando com os demais objetos ou acontecimentos. Em outras palavras, ensinar não é uma simples transmissão de informação, mas sim, criar condições para que o aluno torne seu este novo conhecimento, ou seja, é um processo de apropriação.

Nesse sentido, a sala de aula torna-se um dos espaços singulares no processo de ensino e aprendizagem. De tal modo que, após observar o ambiente escolar, Zenger, Melo e Luca (2016) apontaram a classificação periódica como um conteúdo escolar destinado à área de conhecimento da química que requer mais que memorização: reivindica aprendizagem significativa e apreensão, tendo em vista que, a classificação periódica foi muito importante para avançar nos estudos da química como uma ciência. Assim, são imprescindíveis a função e a responsabilidade dos professores no ambiente escolar, no qual os alunos desenvolvem as aprendizagens que ocorrem por meio da (inter)mediação.

Portanto, para que haja a apreensão do estudo da tabela periódica, é de extrema importância compreender os fatos decorrentes da sua construção, bem como, conhecer os personagens que contribuíram para esta sistematização do conhecimento químico que se tornou um marco na Química. Afinal, de acordo com a afirmação de Tolentino, Rocha-Filho e Chagas (1997), a classificação periódica dos elementos é uma das maiores e mais valiosas generalizações científicas.

## 6.2. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO (2ª ETAPA): POTENCIALIDADES DO OBJETO EDUCACIONAL.

No que tange à qualidade das informações e conteúdo químico do material elaborado (*e-book*), houve uma similaridade nas concepções dos professores, como pode ser exteriorizado nas falas a seguir:

(...) **Muito bom**, pois a tabela periódica é um tema abrangente que **o material aborda totalmente**. (Profª s);

(...) O material ficou **muito bom e criativo**. (Profª **p**);

(...) O material **engloba bastante conteúdo**, fornecendo ao leitor meios de aprender o básico ou se tornar um expert no assunto, **servindo** o material **para “iniciantes” ou “avançados” na química**. (...) A utilização de imagens dá “uma cara” chamativa para o material, de forma a não cansar os olhos ou a mente durante a leitura. O material ainda **traz informações bem “escondidas” nos livros, de forma que precisa ler vários materiais para tanta informação**. **Havia muitas coisas que eu não sabia**, o que me deixou feliz ao ler. Me acrescentou bastante. A **fundamentação teórica está bem completa**. (Prof. **d**);

(...) As informações **foram apresentadas de uma maneira bem diferente do que vemos nos livros didáticos**, pois **mesclou o conteúdo químico propriamente dito com a história da química**. Muitos alunos de nono ano e primeiro colegial veem esse conteúdo como uma “decoreba” ou disciplina chata, mas a forma como foi apresentada foi surpreendente, pois a história da química cria um entendimento maior do conteúdo, além de despertar o interesse. (Prof. **f**);

Embora o material produzido traga um conteúdo obrigatório nas aulas de Química, a organização do mesmo e a disposição de informações foram um desafio para esta dissertação. Dentre as respostas, a do **professor d** traz à luz, de fato, o árduo trabalho de sistematização de um material neste formato, o que exigiu uma vasta revisão bibliográfica sob um viés nada trivial.

Tendo em consideração a utilização do material desenvolvido nas aulas, todos os professores participantes sinalizaram positivamente ao uso, conforme exposto nas alternativas **(a)** e **(b)** da questão 2, pela abrangência de conteúdo e organização objetiva do material e por acreditarem que despertaria interesse nos alunos.

Da mesma maneira, houve uma concordância entre os **professores p, d e f** na alternativa **(c)**, quanto à carência de materiais com essa perspectiva. Em relação à alternativa **(d)**, os **professores p e f**, reconheceram que o material complementa os livros didáticos.

No que se refere a questão 3, cujo objetivo foi identificar dentre os conteúdos abordados, qual mais chamou a atenção dos professores e o porquê



deles, a concepção destes evidencia a relevância desse material no ensino de Química e, particularmente, da tabela periódica. Diante disso, foi possível observar que a **professora s**, enfatizou a importância dos recursos utilizados no material, tais como, 'Você sabia?' e 'Curiosidades!', com a finalidade de propor uma inovação no ensino da tabela periódica. De acordo com a fala compilada a seguir, a **professora p** reforça:

*(...) Gostei de todo o material. Ele é colorido, chama a atenção, linguagem de fácil entendimento. (Profª p);*

*(...) O que mais me chamou a atenção foi a preocupação de familiarizar os elementos químicos, fazendo com que não sejam somente símbolos com informações em um quadro. De forma geral, a preocupação em introduzir o conceito de maneira que o aluno consiga associar com outras coisas como sua vivência, a história e a outras matérias. (Prof. d);*

Quanto às peculiaridades do material apontadas nas falas dos **professores p** e **d**, reforçam a importância de um recurso didático diferenciado, versátil e dinâmico, que contribui significativamente no ensino da tabela periódica. Sendo que, simultaneamente, ainda há uma carência de produtos educacionais de qualidade, sobretudo, no que tange o ensino da tabela periódica.

Diante disso, os conteúdos da escola focalizam sua atenção nos produtos da ciência, sendo eles simplificados segundo uma "justificativa pedagógica" que os apresenta como verdades estáticas, não susceptíveis ao desenvolvimento. De modo que, os problemas associados aos produtos da ciência ficam ocultos, onde os alunos estudam as soluções, e não os problemas de origem ou os novos problemas que geram o conhecimento científico (NEVES et al., 2001).

Em consonância com o exposto pelo **professor f**, o e-book apresenta um caráter abrangente e uma riqueza conceitual, principalmente, histórica e introdutória na abordagem dos conteúdos como um todo, estimulando o interesse pelo ensino da tabela periódica.

*(...) Não houve nenhum conteúdo que chamou a atenção especificamente, mas sim a parte histórica e uma "introdução" de todos os tópicos antes da abordagem*

*propriamente dita, como acontece nas aulas de hoje e nos livros didáticos. Isso já desperta o interesse pelo assunto e aguça e/ou instiga a curiosidade para o próximo. (Prof. f);*

As colocações dos **professores d e f**, vão ao encontro da afirmação de Zerger, Melo e Luca (2016, p. 2):

A história da tabela periódica é um tema abrangente com muitos estudos e debates. O conceito de elemento químico é um dos mais importantes para o estudo de Química, como também tantos outros tais como, átomo, molécula, substância, ligações químicas, reações químicas, dentre outros.

As explanações dos sujeitos da pesquisa, quanto à principal potencialidade (aspecto positivo) do material, vão ao encontro das expectativas na elaboração deste objeto educacional, produto da presente dissertação. Conforme pode ser constatado nas seguintes falas, todos os professores enfatizaram a riqueza de informações, bem como a organização, apresentação e articulação das mesmas, proporcionando a “quebra de paradigma” presente no atual ensino da tabela periódica. Assim, dentre as respostas, destaca-se:

*(...) A aspecto da **contextualização**, pois o material transmite informações suficiente para que o aluno elabore suas **ideias** de forma **significativa**. (Profª s);*

*(...) Ter um material **interativo, informativo, criativo** para ensinar de forma mais produtiva. (Profª p);*

*(...) A **primeira impressão** é **visual**. As cores, fontes, organização dos títulos, destaques para principais conceitos, separação de ideias e a preocupação com a disposição das informações são muito positivos. Me **surpreendeu bastante**. Acredito isso irá colaborar pra uma leitura bem prazerosa. (Prof. d);*

*(...) **O novo tipo de abordagem** de um assunto **bem conhecido** e que **é a base da química, a tabela periódica**. Os alunos de nono ano, ao se depararem com esse tipo de material, **criam um interesse imediato pela química**, assim como os alunos*

de primeiro ano que tem um preconceito da forma como esse conteúdo foi abordado no 9º ano. (**Prof. f**);

A respeito do que mudaria ou acrescentaria no *e-book*, os professores **s** e **f** foram bastante concisos nas respectivas respostas:

(...) **Não mudaria nada**, pois o material **consegue alcançar o aluno** de maneira dinâmica, criativa e divertida facilitando o processo de ensino e aprendizagem. (**Profª s**);

(...) **Não identifiquei** nenhum aspecto negativo, nem faria alguma mudança. (**Prof. f**);

Diante das colocações realizadas pelo **professor d**, é extremamente relevante apontarmos algumas reflexões sobre o material elaborado. Primordialmente, apesar de haver uma dimensão pedagógica, o *e-book* não tem a finalidade de substituir os livros didáticos, mas, sim, de complementá-los. Com isso, a presente dissertação tem o propósito de ser um complemento desse material, apresentando um amplo estudo sobre o conteúdo da tabela periódica e com uma riqueza de detalhes, na qual os professores tem a possibilidade de aprofundar seu conhecimento químico. Consequentemente, uma outra particularidade está relacionada ao fato de o material elaborado ser um recurso didático voltado para complementar a formação docente.

Um aspecto interessante trazido pelo **professor d** é a relação conteúdo-tempo nas aulas de Química, lembrando que no Estado de Minas Gerais, em particular na rede pública de ensino, a disciplina de Química contempla duas aulas semanais.

(...) Pelo fato do material **ser muito completo**, o **ponto negativo é o tempo** que temos dentro de **sala de aula** para trabalhar o assunto. Então, eu acrescentaria um breve resumo das principais informações ao final de alguns eixos temáticos e exercícios intercalados para fixar os conteúdos. (**Prof. d**);

No que diz respeito à maneira que os sujeitos da pesquisa identificam o conteúdo histórico do material quanto aos (precursores, a contribuição de José Bonifácio e as mulheres na Ciência), surpreendentemente, houve uma similaridade nas respostas dos professores **s**, **d** e **f**, classificando-o como **excelente**. Já, a professora **p** identificou-o como **bom**. No geral, todas as respostas foram consideradas positivas, o que vai ao encontro da nossa pretensão quanto ao material desenvolvido.

Ainda, em concordância com Zerger, Melo e Luca (2016), o professor precisa obter um conhecimento coerente da história da ciência que ele pratica e, também, apropriar-se de uma bagagem cultural que o credencie a estabelecer as contextualizações necessárias para ensinar.

Quanto à concepção dos sujeitos da pesquisa, sobre como o material desenvolvido pode contribuir em suas aulas, assim como, no ensino dos conteúdos químicos, as respostas dos participantes, mais uma vez, nos surpreenderam com apontamentos tão relevantes e enaltecidos.

No entanto, há a necessidade de reforçar que esse objeto educacional visa suprir as lacunas no ensino da tabela periódica, conforme os apontamentos:

*(...) Sim, pode contribuir, pois o material é **extremamente motivacional**, pois **mostra diversas formas** para proporcionar um ensino **mais completo, divertido e interessante**. (Profª s);*

*(...) É um **material que pode ser o próprio material para ministrar o conteúdo de tabela periódica, ligação química**. (Profª p);*

*(...) **Este material pode facilmente substituir o livro de química no assunto que ele traz, salve os exercícios**. Posso utilizar boa parte dos seus conceitos em resumos que faço na lousa além de fornecer aos meus alunos para que possam estudar por ele para resolver exercícios e estudarem para suas provas. Me sentiria bem em utilizá-lo para preparar as minhas aulas. **Acho uma boa ideia um e-book deste material**. Pois é um material bem completo. Para finalizar, os **conceitos e conteúdos abordados englobam ideias de vários autores, enriquecendo o conteúdo apresentado**, o que fornece meios para que o aluno seja competitivo também no meio de vestibulares e outros. (Prof. d);*

Embora o **professor d** traga que o material pode substituir o livro didático, reforçamos que o intuito do mesmo é servir na complementariedade, ou seja, como um recurso adicional à serviço dos professores de Química.

Em suma, diante dos argumentos externados pelos sujeitos da pesquisa, conforme o questionário disponibilizado e a fim de verificar as potencialidades do objeto educacional elaborado na presente dissertação, foi notória a importância desse produto (*e-book*) não só para o ensino da tabela periódica, mas também, para o ensino da Química. Visto que, a TP apresenta uma riqueza de informações e atua como um instrumento facilitador na compreensão de diversos conceitos químicos. Simultaneamente, atende às expectativas dos professores, voltado para complementar a prática docente, frente às fragilidades no ensino da tabela periódica.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apoiado na análise das informações obtidas nas entrevistas com quatro professores da rede pública de ensino, em efetivo exercício na docência e atuantes em diferentes escolas do município de Uberaba – MG, delineamos uma pesquisa qualitativa, a fim de responder à nossa questão norteadora: Como contribuir para uma aprendizagem relevante da tabela periódica no ensino de Química? A partir da premissa de que o ensino atual da tabela periódica privilegia aspectos teóricos de forma complexa, uma vez que, é um dos temas que mais apresenta problemas para a aprendizagem dos alunos devido a sua natureza abstrata como pontuam Trassi et al. (2001) e Leite et al. (2006). Além de ser, geralmente, tratado sob uma abordagem superficial, anacrônica e descontextualizada, apesar de tal relevância.

Os resultados obtidos na primeira etapa da investigação, mostram uma fragilidade quanto ao ensino das representações da TP, assim como, da sua história e periodicidade. Com isso, conforme as colocações dos professores participantes, o estudo da TP segue um “padrão tradicional” amparado, sobretudo, na ordem abordada pelos livros didáticos. Destaca-se, ainda, que a abordagem dos LD não favorece a percepção da Química como um empreendimento humano de caráter coletivo, histórico e contextual, dessa maneira, isso nos motivou, tanto no capítulo teórico da dissertação quanto no objeto educacional, a elaborar um material que se distancie de tal característica.

Em consonância com a presente investigação, para Berbaum e Maldaner (2016), o que se percebe no ensino de Química atual é que a questão central da TP, a periodicidade dos elementos, fica omitida no desenvolvimento dos conteúdos que versam a tabela periódica. Nesse sentido, de acordo com Targino e Baldinato (2016), a lei periódica pode ser considerada como uma das ideias centrais da química e está entre os tópicos que merecem ser abordados na educação científica, pois permite explicar e prever diversas propriedades da matéria.

Nas palavras de Scerri (2008, p.13), a tabela periódica, que consiste na representação gráfica da lei periódica, é um dos ícones da ciência e “captura a essência da química de forma elegante”.

Outro aspecto importante se refere à história da ciência, a qual é extremamente útil para o ensino de Química, pois além de contribuir na construção

dos conceitos, o processo histórico pode amparar o entendimento da periodicidade dos elementos e os raciocínios químicos que levaram à sua proposição.

Para Leite e Porto (2015), a história do desenvolvimento da tabela periódica, ao invés da simples menção a nomes e datas de “grandes descobertas”, se houver a apresentação das contribuições de diversos cientistas, delineando a complexidade do processo de construção da ciência, possibilita o entendimento desta como uma construção coletiva e permanente. Ao mesmo tempo que, a construção da tabela periódica pode constituir um bom exemplo para mostrar aos estudantes o caráter coletivo da ciência (PORTO; QUEIROZ, 2019).

Além disso, em concordância com Porto e Queiroz (2019) é relevante destacar, em contextos didáticos, que a história da tabela periódica não termina como um triunfo incontestável de Mendeleiev. Diversas questões se apresentaram como desafios à classificação proposta, tais como as decorrentes da radioatividade, de elementos que não encaixavam na tabela (como ocorreu com o argônio) ou da dificuldade de classificar as chamadas “terras raras”, os quais foram superados com as contribuições de diversos cientistas.

Mesmo diante de tal importância, os resultados apontam que os professores entrevistados não hesitaram em dizer que, geralmente, não apresentam os aspectos históricos e quando há essa abordagem é, extremamente, superficial. De modo que, não comprometa o ensino da tabela periódica em sua totalidade.

Ainda sobre a abordagem histórica, tal superficialidade impede que os leitores vislumbrem pontos importantes da complexidade do processo de consolidação da tabela periódica, como as dificuldades surgidas, por exemplo, por ocasião da descoberta, identificação e caracterização de novos elementos (LEITE; PORTO, 2015). Nesse contexto, para Targino e Baldinato (2016), a história da lei periódica apresentada nos livros didáticos, primeiramente, menciona que no final do século XIX havia diversos elementos sendo descobertos. Porém, não há descrição para os processos dessas descobertas e também não se esclarece qual era o conceito de elemento que se tinha na época.

Foi possível perceber por meio das entrevistas, em diversos momentos, que os professores sentem dificuldades de tornar o ensino de Química mais atrativo e, progressivamente, menos pessoas se interessam pelo entendimento dos conhecimentos científicos, tornando-se um ciclo vicioso e de difícil rompimento, conforme defende Morigi (2018).

Em consonância com os apontamentos abordados, é possível enfatizar que, ainda há uma certa preocupação dos professores com o cumprimento do conteúdo químico, os quais adotam os livros didáticos (LD) de maneira acrítica como um guia de percurso obrigatório na construção dos currículos, norteando inflexivelmente o que será ensinado para os alunos.

Assim, os LD, além de terem a finalidade de apresentar uma proposta pedagógica, são os principais norteadores da prática da maioria dos professores. No entanto, as informações presentes em LD, geralmente, mostram de forma equivocada o conhecimento científico como produto acabado, verdade absoluta, desprovido de interesses políticos, econômicos e ideológicos, desvinculado de um contexto sociocultural e histórico (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

Nesse contexto, é possível ilustrar que, o conhecimento científico não surge pronto e acabado como grandes feitos dos “gênios”, mas está sujeito continuamente a críticas, elaborações e reformulações (PORTO; QUEIROZ, 2019). Com isso, a imensa quantidade de informações sobre os elementos químicos e suas propriedades química e físicas não podem ser encaradas como um produto pronto e passível de memorização.

É necessário que o docente leve o discente a saber fazer uso deste material como aporte explicativo e interpretativo dos fenômenos, correlacionando-a com os demais conteúdos da Química. Afinal, de acordo com Luca (2001), ainda que seja uma realidade distante nas escolas, o maior objetivo do ensino de Química é ensinar um novo olhar para a vida.

Frente à identificação de lacunas no ensino da tabela periódica na primeira etapa da pesquisa, foi possível a elaboração de um objeto educacional no formato de um *e-book* sem a pretensão de substituir os livros didáticos, mas, sim, de complementá-los, propondo caminhos para a superação dos reveses pedagógicos.

Diante da premissa de que os materiais didáticos utilizados pelos professores de Química não contribuem para a significação conceitual, se utilizados de maneira isolada (BERBAUM; MALDANER, 2016), a elaboração desse material visa desconstruir essa disposição dos conteúdos que versam a tabela periódica presente nos livros, com o intuito de ser um recurso didático versátil que promova a articulação dos conceitos químicos, de maneira que haja uma interface com os demais conteúdos da Química. Em concordância com Zerger, Melo e Luca (2016), a tabela periódica precisa superar o seu *status* de conteúdo para alcançar o *status* de



recurso didático, uma vez que é mediadora, contribuindo para a construção de signos e significados.

Em suma, a partir dos argumentos externados pelos sujeitos da pesquisa, conforme o questionário disponibilizado na segunda etapa, a fim de verificar as potencialidades do objeto educacional elaborado na presente dissertação, foi notória a importância desse produto (*e-book*) não só para o ensino da tabela periódica, mas também, para o ensino da Química, voltando-se para complementar a sua prática frente às fragilidades no ensino desse conteúdo, visto que a TP apresenta uma riqueza de informações e atua como um instrumento facilitador na compreensão de diversos conceitos químicos. Em outras palavras, a TP é um elo de comunicação que permite ao aluno perceber a inter-relação dos conceitos químicos e, simultaneamente, atende as expectativas dos professores.

Por fim, mediante os resultados dessa investigação, nota-se que o presente trabalho traz uma contribuição para tornar o conteúdo da TP no ensino de Química mais atrativo, visando que esse objeto educacional se configura como uma inovação didático-pedagógica que vai ao encontro das necessidades [formativas] de docentes e alunos no ensino de Química.

Portanto, torna-se desejo dessa dissertação que o material esteja disponível nas escolas de Educação Básica, por meio de projetos educacionais em parceria com a Superintendência de Ensino, contribuindo para a ressignificação do ensinar, em particular, no que tange ao conteúdo da tabela periódica. Simultaneamente, o *e-book* produzido pode se tornar uma ferramenta didática para desmistificação da TP, sendo acessível aos professores e alunos pelos meios digitais, para ser utilizado nas discussões em sala de aula sobre diversos temas que circundam a TP intercaladas com a teoria.

## REFERÊNCIAS

- ABUBAKR, M. **An Alternate Graphical Representation of Periodic table of Chemical Elements**. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/0910.0273>>. Acesso em: 06 mai.2009.
- AFONSO, J. C. História da organização e descoberta dos elementos químicos. **Revista Ciência Hoje**, v. 54, n. 323, p. 28-31, mar. 2015.
- ANASTASIOU, L. G. C; ALVES, L. P. A. (orgs). **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed., Joinville: Univille, 2015. 146 p.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed., Porto Alegre: Bookman, 2012. 1048 p.
- BARRETO, et al. História da Ciência nos livros didáticos de Química: tabela periódica como objeto de investigação. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016. **Anais...** Florianópolis, jul. 2016. p. 1-10.
- BERBAUM, L. C. M; MALDANER, O. A. Estratégias de ensino do conteúdo tabela periódica e sua relação com a aprendizagem conceitual em aulas de química. In: XVII JORNADA DE EXTENSÃO, 2016. **Anais...** Ijuí: Unijuí, 2016. p. 1-5.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. 1. ed., Portugal: Porto, 1994. p. 69-70.
- BORSCHIVER, S.; TAVARES, A.; VERLY, N. A tabela periódica circular, núcleo de estudos industriais e tecnológicos. **Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos - NEITEC - UFRJ**, Rio de Janeiro, jan. 2018. Disponível em: <<http://neitec.com/o-nucleo/>>. Acesso em: 03 mai. 2019.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Básica, Brasília: 2002. p. 87-110.
- CARDOSO, A. **Desenvolvimento de um objeto de aprendizagem para o ensino da tabela periódica**. 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- CARVALHO, A. Critérios estruturantes para o ensino das Ciências. In: CARVALHO, A. (orgs). **Ensino de Ciências**: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2004. cap. 1, p. 1-18.
- CARVALHO, R. S. Lavoisier e a sistematização da nomenclatura química. **Scientiae Studia**, v. 10, n. 4, p. 759-771, 2012.

CÉSAR, E. T; REIS, R. C; ALIANE, C. S. M. Tabela Periódica Interativa. **Revista Química Nova na Escola**, v. 37, n. 3, p. 180-186, ago. 2015.

CHASSOT, A. **Para que (m) é útil o ensino?** 4. ed., Ijuí: Unijuí, 2018. 189 p.

CORRÊA, T. H. B. **Os alimentos como tema gerador no desenvolvimento de uma hipermídia para o ensino de química.** 2017. 180 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

\_\_\_\_\_. **Sonhar e ensinar: tarefas de um professor.** In: CORRÊA, T. H. B. (org.). A educação como arte de sonhar. 1 ed., Curitiba: CRV, p.166, 2015.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 4. ed., São Paulo: Cortez, 2012. 368 p.

FERNANDES, M. A. M. **A abordagem da tabela periódica na formação inicial de professores de química.** 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90972>>. Acesso em: 06 mai. 2019.

FERREIRA, L. M.; CORDEIRO, M. D. Quem disse que a fórmula da água é H<sub>2</sub>O? Descobertas e controvérsias sobre a composição da água. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIAS, 2017. **Anais...** Florianópolis, jul. 2017. p. 1-8.

FERREIRA, L. H; CORREA, K; DUTRA, J. Análise das estratégias de ensino utilizadas para o ensino da tabela periódica. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 349-359, nov. 2016.

GAGLIARDI, R. Como utilizar la historia de las ciencias em la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988.

**Galáxia Química.** Disponível em: <<http://www.chemicalgalaxy.co.uk>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

GODOI, T. A. F; OLIVEIRA, H. P. M.; CODOGNOTO, L. Tabela periódica – um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. **Revista Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 22-25, fev. 2010.

GREENBERG, A. **Uma breve história da química: da alquimia às ciencias moleculares modernas.** 5. ed., São Paulo: Blucher, 2009. 400 p.

GREINER, J. T. **Extended elements: new periodic table.** Royal Society of Chemistry, London, 2010.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. **Química geral e reações químicas.** 6. ed., v. 1, São Paulo: Cengage Learning, 2012. 708 p.

LAVOISIER, A. L. **Traité Élémentaire de Chimie** (réimpression de l'édition originale, 1789). Édition Jaques Gabay, Paris, 1992.

LEITE, C.E.C et al. SQUID: sistema químico de interatividade e didática. In: 10º ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA; 6º ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2006. **Anais...** São José dos Campos, 2006.

LEITE, H.S.A; PORTO, P.A. Análise da abordagem histórica para a tabela periódica em livros de Química Geral para o ensino superior usados no Brasil, no século XX. **Revista Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 580-587, 2015.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. 5. ed., São Paulo: Blucher, 2011.

LIMA, M.E.C.C.; BARBOZA, L.C. Ideias estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. **Revista Química Nova na Escola**, n. 21, p. 39-43, 2005.

LUCA, A. G. O ensino de química e algumas considerações. **Revista Linhas**, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2001. Disponível em: <<http://www.periodicos.udesc.br/index.php/linhas/>> Acesso em: 18 fev. 2018.

LUCA, A. G. et al. Uma abordagem histórica da tabela periódica. In: SANTOS S. A.; RIBEIRO M. E. M. (orgs.) **Ensino de Ciências: reflexões e diálogos**. Rio Grande do Sul: Unidavi, 2015.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 128 p.

MAAR, J. H. **História da química – Primeira parte – Dos primórdios a Lavoisier**, 2. ed., Florianópolis: Conceito Editorial, 2008. 946 p.

MASTERTON, W. L.; HURLEY, C. N. **Química: Princípios e Reações**, 6. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2010. 716 p.

MAZZIONI, S. As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem: concepções de alunos e professores de ciências contábeis. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo**, v. 2, n. 1, p. 93-109, 2013.

MEGID NETO, H.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Revista Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MEHLECKE et al. Abordagem histórica acerca da produção e da recepção da tabela periódica em livros didáticos brasileiros para o ensino médio. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 521-545, 2012.

MENDES, P. Breve história da Tabela Periódica. Escola de Ciências e Tecnologia. **Centro de Química de Évora**, p. 1-7, 2011.

MORIGI, E. **Ciências naturais no ensino fundamental: O pantanal mato-grossense como ambiente de ensino e aprendizagem**. 2018. 178 f. Dissertação

(Mestrado em Educação) – Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2018.

MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Revista Química Nova**, v. 15, n. 3, p. 242-249, jul. 1992.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, uso e possibilidades. **Caderno de Pesquisa em Administração**, v. 1, n. 3, p. 1-5, jul/dez. 1996.

NEVES, L. S. et. al. O conhecimento pedagógico do conteúdo: lei e tabela periódica. Uma reflexão para a formação do licenciado em química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 1 n. 2, p. 1-12, maio/ago, 2001.

NOVA, A. C. F. V.; ALMEIDA, D. G.; ALMEIDA, M. A. V. Marcos histórico da construção da Tabela periódica e seu aprimoramento. In: 9ª JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2009, Recife. **Anais...** Recife, 2009.

OKI, M. C. M. O Conceito de Elemento da Antiguidade à Modernidade. **Revista Química Nova na Escola**, n. 16, p. 21-25, nov. 2002.

OLIVEIRA, V. B. et al. Tabela Periódica: uma tecnologia educacional história. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 5, n. 4, p. 168-186, dez. 2015.

PEIXOTO, E. M. A. Elemento químico – hidrogênio e hélio. **Revista Química Nova na Escola**, n. 1, mai. 1995.

\_\_\_\_\_. Elemento químico – oxigênio. **Revista Química Nova na Escola**, n. 7, mai. 1998.

\_\_\_\_\_. Elemento químico – enxofre. **Revista Química Nova na Escola**, n. 16, nov. 2002.

PENTEADO, M. M.; OLIVEIRA, A.; ZACHARIAS, F. S. TABELIX: jogo da memória como recurso pedagógico para o ensino-aprendizagem sobre a tabela periódica. **Revista Ciência e Ideias**, v. 2, n. 1, p. 1-9, abr/set. 2010.

PETRUCCI, V. B. C.; BATISTON, R. R. Estratégias de ensino e avaliação de aprendizagem em contabilidade. In: PELEIAS, Ivam Ricardo. (Org.) **Didática do ensino da contabilidade**. São Paulo: Saraiva, 2006. p. 263.

PYYKKÖ, P. A suggested periodic table up to  $Z \leq 172$ , based on Dirac–Fock calculations on atoms and ions. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 13, n. 1, p. 161-168, 2011.

PORTO, P. A; QUEIROZ, S. L. Sesquicentenário da tabela periódica de Mendeleev. **Revista Química Nova na Escola**, v. 41, n. 2, p. 123, mai. 2019.

RODGERS, G. E. **Descriptive inorganic**, coordination and solid-state chemistry. 3. ed., Cengage Learning, 2011. 656 p.

ROMERO, A. L.; CUNHA, M. B. A tabela periódica escalariforme de Charles Janet e algumas (tentativas de) adaptações ao longo dos anos. In: 16º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 2018. **Anais...** Rio de Janeiro, ago. 2018.

RUSSELL, J. B. **Química geral**. 2. ed., v. 1, São Paulo: Pearson, 2012. 822 p.

SCERRI, E. R. Trouble in the periodic table. **Education in Chemistry**, v. 49, p. 13-17, jan. 2012.

\_\_\_\_\_. The Past and Future of the Periodic Table. **American Scientist**, v. 96, p. 52-58, jan/fev. 2008.

\_\_\_\_\_. **The periodic table: its story and its significance**. UK: Oxford University Press, 2007. 368 p.

SCHNETZLER, R.P. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de Química. **Revista Química Nova na Escola**, n. 16, p. 15-20, nov. 2002.

SCHNETZLER, R. P; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisa para o ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, mai. 1995.

SEABORG, G. T. **Transuranium element**. Encyclopedia Britannica, 2006.

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W. **Química inorgânica**. 4. ed., Porto Alegre: Bookman, 2008. 847 p.

SOUZA, T. A; SCHNETZLER, R.P. Quando o ensinar obstaculiza o processo ensino-aprendizagem de Química. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2014. **Anais...** Ouro Preto, ago. 2014.

STRATHERN P. **O sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química**. Tradução, Maria Luiza X. de A. Borges, 1. ed., Rio de Janeiro: Zahar, 2002. 268 p.

TARGINO, A.R.L; BALDINATO, J.O. Abordagem histórica da lei periódica nas coleções do PNLD 2012. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 324-333, nov. 2016.

\_\_\_\_\_. A Tabela Periódica de Mendeleev no Ensino de Química. In: 15º SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2016. p. 1-16.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Revista Química Nova**, v. 20, n. 1, p. 103-117, fev. 1997.

TOMA, H. E. AITP 2019 - Ano internacional da tabela periódica dos elementos químicos. **Revista Química Nova**, v. 42, n. 4, p. 468-472, mar. 2019.

TRASSI, R. C. M. et al. Tabela periódica interativa: “um estímulo à compreensão”. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, nov. 2001.

UNESCO. 2019 - Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/brasilia/about-this-office/prizes-and-celebrations/2019-international-year-of-the-periodic-table-of-chemical-elements/>>. Acesso em: 24 jun. 2019.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, mai. 2013.

ZERGER, K. F; MELO, M. M. R.; LUCA, A. G. Tabela periódica: elemento mediador para ensinar química. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016. **Anais...** Florianópolis, jul. 2016. p. 1-8.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO – TCLE



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO**  
Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação – ICENE  
Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional – PROFQUI / UFTM

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO

#### TÍTULO DA PESQUISA: A DIMENSÃO PEDAGÓGICA DA TABELA PERIÓDICA NO ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS.

Convidamos você a participar da pesquisa: A Dimensão Pedagógica da Tabela Periódica no Ensino de Conceitos Químicos. Sua participação é importante, pois contribuirá de forma a potencializar a prática na sala de aula, assim como, na proposição de novas estratégias para o ensino de Química. Caso aceite participar desta pesquisa será necessário que você responda a dois questionários em momentos distintos da investigação. Pontua-se que a presente pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado e não traz nenhum risco ao participante. Espera-se que sua participação resulte na contribuição das pesquisas educacionais; assim como, na inovação didático-pedagógica do ensino médio de Química. Você poderá obter quaisquer informações relacionadas a sua participação nesta pesquisa, a qualquer momento que desejar, por meio dos pesquisadores do estudo. Sua participação é voluntária, e em decorrência dela você não receberá qualquer valor em dinheiro. Você poderá não participar do estudo, ou se retirar a qualquer momento, sem que haja qualquer constrangimento junto aos pesquisadores, ou prejuízo junto à escola, bastando você dizer ao pesquisador que lhe entregou este documento. Você não será identificado neste estudo, pois a sua identidade será de conhecimento apenas dos pesquisadores da pesquisa, sendo garantido o seu sigilo e privacidade.

Contato da pesquisadora:

Nome: Mayana Ferreira da Cunha

E-mail: mayanafcunha@gmail.com

Telefone: (34) 99998-2092

Endereço: Av. Fernando Costa, 714 - Bairro São Benedito, Uberaba-MG.

Ocupação: Mestranda do Mestrado em Química em Rede Nacional-PROFQUI/UFTM

Eu, \_\_\_\_\_, voluntário(a) a participar dessa pesquisa, declaro que li o esclarecimento acima e compreendo para que serve o estudo e a quais procedimentos serei submetido(a). A explicação que recebi esclarece a natureza e benefícios do estudo.

Uberaba, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Assinatura do participante	Data	Assinatura do pesquisador	Data



**APÊNDICE B**  
**ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA – 1ª ETAPA**

- 1) Na sua opinião, qual a importância de se ensinar tabela periódica no ensino médio?
  
- 2) De que maneira você aborda os conteúdos da tabela periódica?
  
- 3) Em suas aulas, você discute outras representações da tabela periódica?  
Sim:\_\_\_ Quais?                      Não:\_\_\_ Por quê?
  
- 4) Como você aborda a lógica de organização da tabela periódica em suas aulas?
  
- 5) De que maneira você explora a história da ciência quando aborda o conteúdo da tabela periódica?
  
- 6) Como você relaciona a tabela periódica com os demais conteúdos da química?

**APÊNDICE C**  
**QUESTIONÁRIO – 2ª ETAPA**

- 1) Como você qualifica as informações e o conteúdo químico do material educacional elaborado?
- 2) Você utilizaria o material desenvolvido em suas aulas? (Caso ache pertinente, assinale mais de uma opção):
- (a) Sim, pela abrangência de conteúdo e organização objetiva do material.
  - (b) Sim, pois acredito que despertaria interesse nos alunos.
  - (c) Sim, pois há carência de materiais com essa perspectiva.
  - (d) Sim, uma vez que complementa os livros didáticos.
  - (e) Não, pois não permite uma interpretação da tabela.
  - (f) Não, pois o conteúdo é superficial.
  - (g) Não, pois o material é confuso.
  - (h) Não, pois a linguagem está inadequada.
- 3) Dentre os conteúdos abordados, qual mais lhe chamou a atenção? Por quê?
- 4) Na sua opinião, qual a principal potencialidade (aspecto positivo) do material?
- 5) Considerando algum aspecto negativo, o que você mudaria ou acrescentaria no material?
- 6) Como você identifica o conteúdo histórico do material quanto aos (precursores, a contribuição de José Bonifácio e as Mulheres na Ciência)?

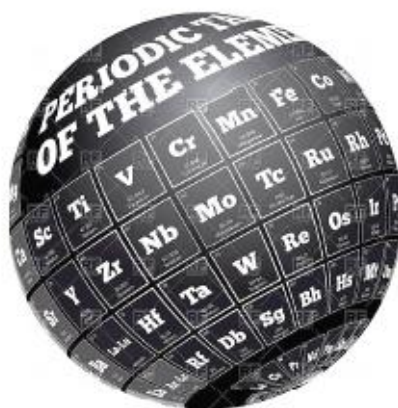
Excelente  Bom  Dispensável  Inadequado

- 7) Na sua concepção, como o material desenvolvido pode contribuir em suas aulas, assim como, no ensino dos conteúdos químicos?

**APÊNDICE C**  
**OBJETO EDUCACIONAL**

**E-BOOK PROFQUI - CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA**  
**- A TABELA COMO VOCÊ NUNCA VIU!**

# CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS



## A TABELA COMO VOCÊ NUNCA VIU!

*Mayana Ferreira da Cunha*

*Thiago Henrique Barnabé Corrêa*



Universidade Federal  
do Triângulo Mineiro

*Aprender Química é Fácil !*



## Apresentação

Este objeto educacional no formato de e-book é produto de uma dissertação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM), intitulada “*A Dimensão Pedagógica da Tabela Periódica no Ensino de Conceitos Químicos*” e foi elaborado visando contribuir, significativamente, para a melhoria do ensino de Química. Para isso, foi elaborada e desenvolvida uma proposta didático-pedagógica (destinado aos professores de Química e alunos do ensino médio) versátil que promova, a partir de uma linguagem fluida, uma interlocução com os leitores, de modo que, estes possam explorar os conceitos químicos que versam o conteúdo da tabela periódica.

A escolha deste tema se justifica pelo fato de que a tabela periódica apresenta uma riqueza de informações e atua como um instrumento facilitador na compreensão de diversos conceitos químicos. Em outras palavras, a tabela periódica é um elo de comunicação que permite ao aluno perceber a inter-relação dos conceitos químicos

Vale dizer que, a construção deste e-book não tem a pretensão de substituir os livros didáticos, mas sim, de complementá-los.

Pontua-se que o material desenvolvido pode ser disponibilizado tanto no formato de um e-book – considerando a praticidade dos alunos em carregá-lo em seus dispositivos móveis – como, também, impresso, possibilitando a revisitação na articulação com futuros conteúdos químicos tratados pelos professores. Além disso, assim como o material desenvolvido pode se tornar um aporte didático para professores e alunos, enfatizamos a sinergia do mesmo com o conteúdo teórico da dissertação, a qual se faz como um recurso adicional para os docentes que buscam maiores informações acerca da tabela periódica na elaboração de suas aulas.

Este objeto educacional contempla 32 tópicos norteadores, sendo 27 centrais e 5 complementares, os quais podem ser explorados em sequência ou independentes. É importante ressaltar que, há, também, nos tópicos complementares, um breve resumo com o intuito de reforçar alguns conceitos importantes do conteúdo abordado, trazendo esquemas e ilustrações.

Complementar ao material, convidamos os interessados a visitar os capítulos da dissertação que servem de base teórica para o aprofundamento conceitual do material desenvolvido.

Dentre os diversos temas abordados, podem ser destacados: a origem dos elementos; os aspectos históricos; o conceito de elementos através dos tempos; as mulheres na Ciência; a descoberta do lítio e sua relação com o Brasil; as diferentes formas de representação da tabela periódica e suas organizações; as tríades de Döbereiner; e, a relação entre as propriedades (a)periódicas dos elementos e outros conteúdos químicos.

## Ideias de uso

---

Vale dizer que, este material é direcionado para professores e alunos do ensino médio, podendo ser um recurso de estudo complementar e de fácil acesso, tanto em meio digital ou impresso (fichário). Pretende-se que este objeto educacional seja disponibilizado nas escolas de Educação Básica, buscamos contribuir para a ressignificação do ensinar, em particular, no que tange ao conteúdo da tabela periódica.

Com o intuito de auxiliar os docentes no manuseio deste material, segue algumas ideias:

- ❖ Proporcionar discussões e rodas de conversas em sala de aula sobre diversos temas que circundam a tabela periódica intercaladas com a teoria;
- ❖ Utilizar os tópicos como introdução da aula a fim de catalisar as discussões;
- ❖ Incentivar a criticidade por meio das perguntas e curiosidades presentes nos tópicos;
- ❖ Discutir sobre a importância da mulher na Ciência, explorando os aspectos sociais;
- ❖ Promover o diálogo dos tópicos com os conteúdos do material didático adotado pela escola;
- ❖ Explorar os aspectos históricos e os personagens que contribuíram na história da tabela periódica.

**Aprecie a Tabela Periódica COMO VOCÊ NUNCA VIU!**

# Sumário

---

## ☐ TÓPICOS CENTRAIS

Tópico 1: OS ELEMENTOS	5
Tópico 2: CONCEITOS QUÍMICOS	6
Tópico 3: ORIGEM CÓSMICA	9
Tópico 4: MAIS HISTÓRIA	10
Tópico 5: A DIGITAL BRASILEIRA	11
Tópico 6: OS PRECURSORES	12
Tópico 7: AS TRÍADES	13
Tópico 8: O PARAFUSO TELÚRICO	14
Tópico 9: A HARMONIA DOS ELEMENTOS	15
Tópico 10: QUASE LÁ	16
Tópico 11: MENDELEIEV	17
Tópico 12: MEYER	18
Tópico 13: MODERNIZAÇÃO	19
Tópico 14: CLASSIFICAÇÃO NATURAL DOS ELEMENTOS	20
Tópico 15: CLASSIFICAÇÃO ATUAL	21
Tópico 16: BATENDO O MARTELO	22
Tópico 17: ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL	23
Tópico 18: O BLOCO DOS ELEMENTOS	24
Tópico 19: PREVENDO LIGAÇÕES	25
Tópico 20: RAIOS ATÔMICOS	26
Tópico 21: ENERGIA DE IONIZAÇÃO	27
Tópico 22: ELETRONEGATIVIDADE	28
Tópico 23: AFINIDADE ELETRÔNICA	29
Tópico 24: ELETROPOSITIVIDADE	30
Tópico 25: ELEMENTOS EM ÓRBITA	31
Tópico 26: APERIODICIDADE	32
Tópico 27: MULHERES NA CIÊNCIA	33

## ☐ TÓPICOS COMPLEMENTARES

Tópico 1: RESUMINDO	34
Tópico 2: PROPRIEDADES PERIÓDICAS	35
Tópico 3: AGORA É SÓ EXPLORAR	36
Tópico 4: QUÍMICA PARA TODOS!	37
Tópico 5: NÍVEIS DE ENERGIA	38

## ☐ VEM PRA QUÍMICA!

## ☐ REFERÊNCIAS



## OBJETIVO

Trazar uma breve perspectiva da classificação periódica dos elementos, assim como, demonstrar o caráter provisório das ideias científicas.

## É FEITO DO QUÊ?

Herança dos filósofos da Grécia Antiga (antes de Cristo), como Empédocles (490 – 430 a.C) e Aristóteles, por muito tempo acreditou-se que tudo no universo fosse constituído pela combinação de quatro elementos: ar, terra, fogo e água.



A ideia de átomo também surge neste período, sendo retomada muitos séculos depois (século XIX).

*Saiba mais em: p. 31-33 da dissertação\*.*

## UM OLHAR MAIS DE PERTO

Dentre os 118 elementos conhecidos, até então, há os denominados **elementos essenciais** para vida. Sendo que, a ausência de um deles pode resultar na morte, anormalidades severas de desenvolvimento ou em doenças crônicas.

Cerca de 95% da massa dos seres vivos é atribuída a 6 elementos – oxigênio, carbono, hidrogênio, nitrogênio, fósforo e enxofre.

Além disso, mais 23 elementos estão presentes em diversos seres vivos. Dos quais, 5 são vitais:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ .

## A CIÊNCIA SE TRANSFORMA

Durante o século XVIII, cientistas como o inglês Joseph Priestley (1733-1804) e o francês Antoine Lavoisier (1743-1794) trazem uma valiosa contribuição ao estudo da matéria demonstrando que o ar e a água não eram elementos, mas um composto formado pela “mistura” de outras unidades. A combustão é outro processo elucidado neste período, contrariando também a ideia de fogo como elemento. Com isso, este conceito passa a ser ressignificado.

Hoje, sabe-se que elemento é o conjunto dos átomos com o mesmo n° atômico, ou seja, com a mesma quantidade de prótons em seu núcleo.

### PARA PENSAR!

De que somos feitos? Pensando nessa constituição elementar, o que nos diferencia de uma planta ou de qualquer outro animal?

BIOELEMENTOS

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

■ Elementos primários   
 ■ Elementos secundários  
■ Oligoelementos

**Elementos primários:** 95% da massa dos seres vivos.

**Elementos secundários:** 4% da massa dos seres vivos.

**Oligoelementos:** Estão presentes em quantidades muito pequenas, mas, cumprem funções essenciais no organismo.

*Saiba mais em: p. 72 da dissertação.*

Quantidades Relativas dos Elementos Essenciais no Corpo Humano

ELEMENTO	% EM MASSA
Oxigênio	65
Carbono	18
Hidrogênio	10
Nitrogênio	3
Cálcio	1,5
Fósforo	1,2
Potássio, enxofre, cobre	0,2
Sódio	0,1
Magnésio	0,05
Ferro, cobalto, cobre, zinco, iodo	< 0,05
Selênio, flúor	< 0,01

\* CUNHA, M. F. *A dimensão pedagógica da tabela periódica no ensino de conceitos químicos* (2019).



**Aprender Química é Fácil !**

## OBJETIVO

Dialogar sobre a importância dos conceitos químicos precursores da classificação periódica dos elementos.

## PARA QUÊ?

Compreender a (inter)relação desses conceitos químicos na construção do conhecimento químico e, sobretudo, da tabela periódica.

### ÁTOMO NEUTRO



$$Z = \text{prótons} = \text{elétrons}$$

### PARA PENSAR!

A presença dos elétrons permite a neutralidade do átomo. Mas, por quê?

## REPRESENTAÇÃO



Saiba mais: p. 33-34 da dissertação.

## VAMOS CONHECER!

Para iniciar o estudo da classificação periódica dos elementos, é importante discutir conceitos químicos considerados estruturantes e fundamentais no ensino de Química, tais como: átomos, elementos, compostos, moléculas e substâncias.

## ENTENDENDO MAIS

### □ ÁTOMO

É um sistema energético estável, eletricamente neutro, que consiste em um núcleo denso, carregado positivamente, no qual há as partículas conhecidas como prótons (carga positiva) e nêutrons (não tem carga elétrica), envolvido por elétrons (carga negativa).

➤ Curiosamente, os prótons e nêutrons são formados por outras partículas denominadas *quarks* e *gluons*.

#### ➤ NÚMERO ATÔMICO DE UM ÁTOMO (Z):

número de prótons em seu núcleo.

#### ➤ NÚMERO DE MASSA (A):

número de prótons + nêutrons em seu núcleo.

#### ➤ CÁTION:

ion com carga positiva, quando um átomo “perde” elétrons.

#### ➤ ÂNION:

ion com carga negativa, quando um átomo “ganha” elétrons.

## VOCÊ SABIA?

No início do século XX, os cientistas esperavam usar a **mecânica clássica** (leis de movimento propostas por Newton) no século XVII, para descrever a estrutura dos átomos.

Porém, logo detectaram falha quando a mesma era aplicada aos elétrons!

Assim, novas leis foram desenvolvidas – conhecidas como **mecânica quântica**.

De tal maneira que:



o **número atômico (Z)** é o que **identifica** o **elemento**.

### ❑ ELEMENTO:

É um agrupamento de átomos constituído por somente um tipo de átomo, isto é, com o **mesmo número atômico**.

### ❑ MASSA ATÔMICA DE UM ELEMENTO:

É determinada pelo valor médio dos diferentes isótopos desse elemento.

Saiba mais: p. 33-35 da dissertação.

## ENTENDENDO MAIS

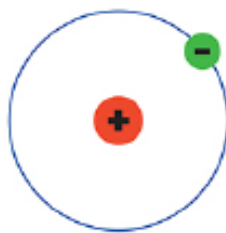
Quanto à classificação, os átomos, podem ser:

**ISÓTOPOS:** n° de prótons (Z) = Ex:  ${}_6\text{C}^{12}$ ,  ${}_6\text{C}^{13}$   
n° de massa (A) ≠  
n° de nêutrons (N) ≠

**ISÓBAROS:** n° de prótons (Z) ≠ Ex:  ${}_{19}\text{K}^{40}$ ,  ${}_{20}\text{Ca}^{40}$   
n° de massa (A) =  
n° de nêutrons (N) ≠

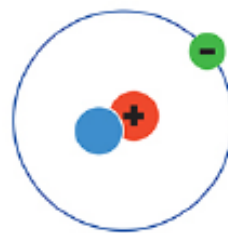
**ISÓTONOS:** n° de prótons (Z) ≠ Ex:  ${}_6\text{C}^{13}$ ,  ${}_8\text{O}^{16}$   
n° de massa (A) ≠ N=8 N=8  
n° de nêutrons (N) =

### ISÓTOPOS DO HIDROGÊNIO



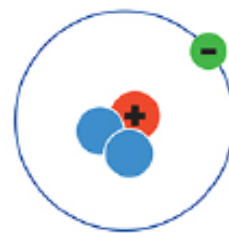
HIDROGÊNIO  ${}^1_1\text{H}$

1 próton  
1 elétron



DEUTÉRIO  ${}^2_1\text{H}$

1 próton  
1 elétron  
1 nêutron



TRÍTIO  ${}^3_1\text{H}$

1 próton  
1 elétron  
2 nêutrons

HIDROGÊNIO = PRÓTIO

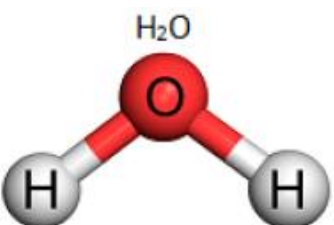
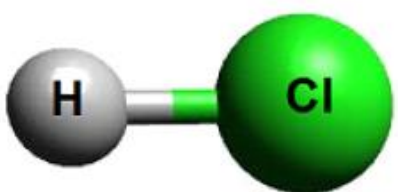

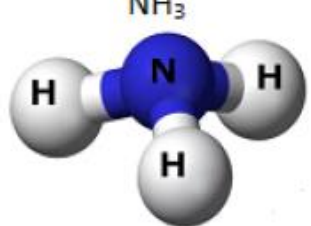
## CÁLCULO DA MASSA ATÔMICA

Isótopos	Abundância
${}^{35}_{17}\text{Cl}$	75 % de ocorrência
${}^{37}_{17}\text{Cl}$	25 % de ocorrência

$$M. A = \frac{35 \cdot 75 + 37 \cdot 25}{100} = 35,50 \text{ u}$$



## ENTENDENDO MAIS

❖ COMPOSTO	❖ MOLÉCULA	❖ SUBSTÂNCIA
<p>É constituído por dois ou mais átomos de diferentes elementos unidos por ligações químicas. A separação dos átomos ocorre com o rompimento das ligações por meio de uma reação química, temperatura ou pressão.</p> <p><b>Exemplos:</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>H<sub>2</sub>O</p>  <p>HCl</p> </div>	<p>É formada por um agrupamento de átomos de um mesmo elemento ou por elementos diferentes. A classificação de uma molécula depende do tipo de ligação química que é formada quando seus átomos se unem.</p> <p><b>Exemplos:</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>O<sub>2</sub></p>  <p>NH<sub>3</sub></p> </div>	<p>É o agrupamento de moléculas iguais. Geralmente, representada, por meio de uma fórmula molecular, a qual indica a composição das moléculas que formam a substância, ao apresentar os símbolos dos elementos químicos e números que mostram a quantidade de átomos do elemento por molécula.</p> <p>Classificadas em substâncias <b>simples</b> e <b>composta</b>.</p> <p><b>Simples:</b> átomos de mesmo elemento. <b>Exemplos:</b> H<sub>2(g)</sub>, gás O<sub>2(g)</sub>, C-grafite.</p> <p><b>Composta:</b> átomos de elementos diferentes. <b>Exemplos:</b> H<sub>2</sub>O<sub>(l)</sub>, CO<sub>2(g)</sub>, NH<sub>3(g)</sub>.</p>

*Saiba mais: p. 33-35 da dissertação.*



Aprender Química é Fácil !

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

PARA REFLETIR!

Você sabe qual é a origem dos elementos químicos?



Todos os elementos químicos que conhecemos requererem grandes quantidades de energia para se formar. Curiosamente, nenhum processo natural na Terra é capaz de gerar energia suficiente para originar os elementos descritos na tabela periódica. Mesmo considerando o núcleo do nosso planeta, onde a temperatura é de aproximadamente 6000 K (5726 °C), ainda seria insuficiente para provocar a fusão do elemento químico mais simples - o Hidrogênio, em Hélio.

VOCÊ SABIA?

Há várias teorias conhecidas que discursam sobre como tudo começou!

Dentre elas, a do Criacionismo e a do *Big Bang*.

Aliás, ao longo da história, grandes criacionistas contribuíram, significativamente, para com as pesquisas científicas. Dentre eles: John Dalton com a teoria atômica e Gregor Mendel com a bases da genética.

NUCLEOSSÍNTESE

A nucleossíntese se refere ao período no qual, a partir de uma explosão primordial (*Big Bang*), se formaram os primeiros núcleos atômicos. Inicialmente, julgava-se que a nucleossíntese primordial pudesse explicar a formação de todo o elenco de elementos químicos, contudo, supõe-se que só os mais leves é que foram produzidos na sequência direta deste evento, uma vez que, com o arrefecimento (queda de temperatura) rápido do Universo em expansão, não houve condições para a síntese de elementos mais pesados.

Acredita-se que os outros elementos, como o carbono (C), oxigênio (O) e ferro (Fe), foram formados no interior das estrelas por processos de fusão ou fissão nuclear que se iniciaram pelo hidrogênio (H).

A origem dos elementos de acordo com a teoria do Big Bang

## ORIGEM CÓSMICA

Explosões estelares geraram os elementos químicos mais pesados da natureza

1	H	2	He																																																												
3	Li	4	Be																																																												
5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne																																																				
11	Na	12	Mg	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar																																																
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr																												
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe																												
55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu																														
87	Fr	88	Ra	89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Mn	102	Nb	103	Mo	104	Tc	105	Ru	106	Rh	107	Pd	108	Ag	109	Cd	110	In	111	Sn	112	Sb	113	Te	114	I	115	Xe	116	At	117	Oh	118	Og

■ O hidrogênio (H) e a maior parte do hélio (He), os elementos mais abundantes da natureza, formaram-se pelo resfriamento do Universo logo após o Big Bang

■ A fusão de hidrogênio e hélio no interior de estrelas gera lítio (Li), carbono (C) e nitrogênio (N). Estrelas com massa maior que a do Sol formam ainda bário (Ba) e tântalo (Ta)

■ Explosões decorrentes da fusão de estrelas de nêutrons produzem boa parte dos elementos químicos pesados, do ouro (Au) ao urânio (U)

■ Raios cósmicos fragmentam os núcleos maiores em lítio (Li), berílio (Be) e boro (B)

■ Em estrelas com até 10 massas solares, a fusão de hidrogênio, hélio e núcleos mais pesados pode produzir ferro (Fe), níquel (Ni) e zinco (Zn)

■ Novas e supernovas, explosões de estrelas com massa mais de 10 vezes superior à do Sol, geram elementos químicos ainda mais pesados, como o gálio (Ga), o selênio (Se) e o rubídio (Rb)

PONTE LIGO E VALDIR GUIMARÃES / USP

## ELEMENTOS HISTÓRICOS

O marco inicial para a elaboração da tabela periódica, ou seja, da organização dos elementos conforme conhecemos hoje, está fundamentado, até o momento, na ideia de que os átomos representados pelos elementos químicos são os blocos constituintes da matéria.

Sabe-se que por volta de 1700 a.C., diversos elementos eram conhecidos como o ouro, cobre, ferro, estanho e prata.

Dentre os diversos elementos químicos descobertos no século XVIII e XIX, é válido ressaltar a relevância de alguns desses elementos na história da Química, tais como: Hidrogênio (1766), Oxigênio (1772) e o Nitrogênio (1772).

## VOCÊ SABIA?

O gás hélio foi isolado pela primeira vez, em 1895, por William Ramsay, através do tratamento do minério de urânio (cleveita) com ácidos minerais.

Ao mesmo tempo, na Suíça, e de forma independente, Per Cleve e seu aluno Nils Abraham Langlet investigavam a cleveita.

Do grego *helios*: sol.

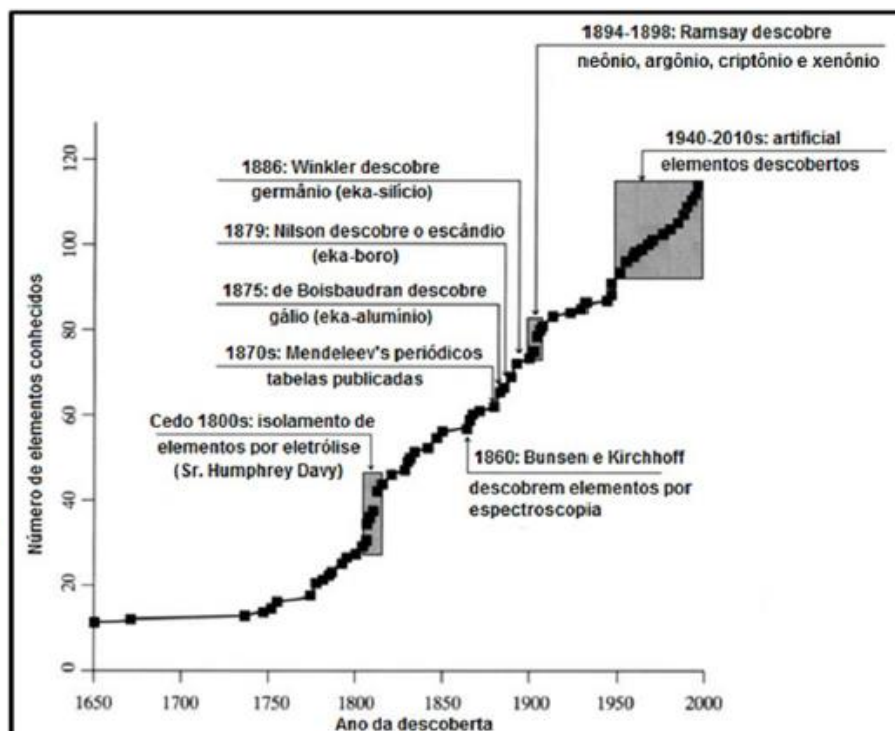


**Saiba mais:** p. 35-41 da dissertação.

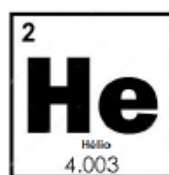
## A DESCOBERTA DOS ELEMENTOS

No final do século XIX, a quantidade de novos elementos químicos descobertos foi elevada para 83, o que ocorreu graças à contribuição da espectroscopia atômica nos estudos.

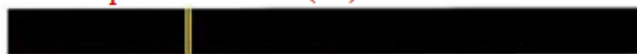
O número de elementos descobertos em função do tempo, pode ser observado a seguir no gráfico elaborado por Rodgers (2011).



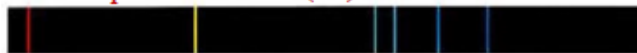
Em 1868, o astrônomo francês Pierre-Jules-César Janssen (1824 – 1907), ao realizar o 1º estudo da cromosfera solar durante um eclipse total do sol, notou uma nova radiação amarela (linha espectral) que não coincidia com a linha amarela do Sódio e nem com nenhuma outra reproduzida em laboratório. Simultaneamente, o astrônomo inglês Norman Lockyer (1836 – 1920), atribuiu à mesma, ao que seria o átomo de um novo elemento, o qual chamou de **Hélio**.



Linha espectral do Sódio (Na).



Linha espectral do Hélio (He).





## JOSÉ BONIFÁCIO: A DESCOBERTA DO LÍCIO

Considerado um filósofo natural de grande atuação na Europa, o brasileiro José Bonifácio de Andrada e Silva (1780–1819), figura entre os nomes “coadjuvantes” que fazem parte da história da tabela periódica, tendo significativa colaboração no estudo e descoberta de quatro novos minerais. Sendo que, a partir de um deles, a petalita, possibilitou, em 1817, o isolamento e, conseqüentemente, a identificação do elemento químico ‘Lítio’ pelo químico sueco Johan August Arfwedson (1792–1841).



José Bonifácio

O elemento **Lítio** recebeu este nome em alusão a palavra grega lithus, que significa **pedra**.



Petalita



Lítio

## VOCÊ SABIA?

Durante o período que atuou como naturalista, José Bonifácio agregou grandes conhecimentos à Mineralogia, destacando-se na Europa por suas descobertas e engajamento científico.

Embora pouco conhecido como um estudioso das Ciências, o que poucos sabem é que Bonifácio foi o único brasileiro a figurar, mesmo que indiretamente, na descoberta de um elemento químico (o Lítio), o que leva esta pesquisa a considerar que a tabela periódica também é um pouco brasileira.

## CURIOSAMENTE

O estudo realizado pelo Arfwedson, aconteceu enquanto Bonifácio ainda estava em Portugal.

O mesmo foi feito com o mineral espodumênio, que apresentou características semelhantes à petalita, como o lítio como componente químico principal, sendo então denominados de aluminossilicatos de lítio.

## ENTENDENDO MAIS

O Lítio (Li) é um metal alcalino que foi descoberto a partir de um mineral, enquanto que os demais elementos deste grupo, a partir do tecido vegetal.

Abundância (mg/kg)	7,5	Número Atômico	3	Ponto de Fusão (°C)	180,5
Estado de oxidação	+1			Ponto de Ebulição (°C)	1342
Massa Atômica	6,941(2)		<b>Li</b>	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	535
Configuração Eletrônica	[He]2s <sup>1</sup>		Símbolo		

**Além de ser muito corrosivo, o lítio é considerado o metal mais leve!**

### APLICAÇÕES:

O Lítio e seus compostos têm diversas aplicações industriais, incluindo vidros e cerâmicas com resistência ao calor, ligas com alta força específica resistência-peso utilizadas em aeronaves e baterias de lítio e bateria de íon lítio (mais da metade da produção de lítio é consumida para este fim).

A maior reserva de Lítio no mundo está localizada na Província de Catamarca, região noroeste da Bolívia!

**Saiba mais:** Artigo: *As contribuições científicas de José Bonifácio e a descoberta do lítio: um caminhar pela história da ciência.* CHAGAS, C. S.; CORRÊA, T. H. B. (2017). Disponível no Google.

## ENTENDENDO MAIS...

À medida que os trabalhos foram desenvolvidos e se descobria novos elementos químicos, sentiu-se a necessidade de organizar esses elementos.

A tabela periódica surgiu, então, da tentativa de agrupar elementos com propriedades químicas e físicas semelhantes [periódicas], e separar os que não tinham nada em comum, ou seja, organizar os elementos químicos de maneira que suas semelhanças, diferenças e tendências estivessem mais evidentes (OLIVEIRA et al, 2015).

### CONCEITO EM FOCO!

**MASSA ATÔMICA DE UM ELEMENTO:** é determinada pelo valor médio dos diferentes isótopos desse elemento.

## PRIMEIRA TENTATIVA: JOHN DALTON

A primeira tentativa de classificação dos elementos, com simbologia característica, ocorreu em 1828, por John Dalton, que buscava encontrar uma resposta aos tantos questionamentos sobre como ordenar os elementos conhecidos e, para isso, listou-os em ordem crescente de massa atômica.

Porém, percebeu-se que esta classificação apresentava limitações, pois os elementos que tinham propriedades semelhantes possuíam massas atômicas muito distantes (BARRETO et al, 2016).

ELEMENTS		
	Hydrogen 1	Strontian 86
	Azote 5	Barytes 68
	Carbon 5	Iron 50
	Oxygen 7	Zinc 56
	Phosphorus 9	Copper 56
	Sulphur 13	Lead 90
	Magnesia 20	Silver 190
	Lime 24	Gold 190
	Soda 28	Platina 190
	Potash 42	Mercury 167

ELEMENTS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Representação dos átomos, do livro de Dalton: A new system of chemical philosophy.

## VOCÊ SABIA?



Berzelius

Ele determinou os constituintes elementares exatos de um grande número de compostos.

O trabalho de Berzelius sobre massas atômicas resultou numa série de valores quase exatos. Nesse período havia acumulado informações importantes para dar uma ideia precisa das propriedades químicas de um número de elementos.

**Jacob Berzelius (1779 - 1848), químico sueco, foi um discípulo de Dalton.**



**Aprender Química é Fácil!**

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

## JOHANN W. DÖBEREINER

Em 1829, Johann W. Döbereiner (1780-1849), professor em Jena (na Alemanha), observou que ao agrupar certos elementos químicos com propriedades semelhantes, em sequências de três (denominada triades), ocorriam curiosas relações numéricas entre os valores de seus “pesos” atômicos (chamado hoje de massa atômica).

Conclusão: o que caracterizava uma triade era as propriedades semelhantes de seus componentes e, principalmente, o fato do peso atômico do elemento central ser aproximadamente igual à média daqueles dos extremos, elaborando a ‘Triades de Elementos Químicos’ (TOLENTINO; ROCHA-FILHO e CHAGAS, 1997; BARRETO et al, 2016).

TRIADES DE DÖBEREINER

1ª Triade	2ª Triade	3ª Triade	4ª Triade
Cálcio (40,078)	Cloro (35,45)	Enxofre (32,06)	Manganês (54,938)
Estrôncio (87,62)	Bromo (79,904)	Selênio (78,971)	Ferro (55,845)
Bário (137,33)	Iodo (126,90)	Telúrio (127,60)	Cobalto (58,933)
<b>Média = 88,70</b>	<b>Média = 81,18</b>	<b>Média = 79,83</b>	<b>Média = 56,94</b>

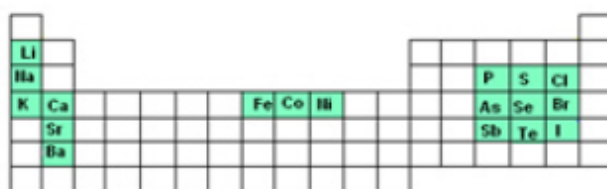
Própria autora

## CURIOSAMENTE

A primeira triade reconhecida por Döbereiner era constituída por elementos químicos recentemente descobertos: cálcio, estrôncio e bário. A seguir, novas triades foram sendo caracterizadas: cloro, bromo e iodo; enxofre, selênio e telúrio; manganês, ferro e cobalto; etc.

## ENTENDENDO MAIS

As triades de Döbereiner apresentavam limitações, tais como, não levavam em consideração os isótopos e que nem todos os elementos químicos conhecidos na época podiam ser classificados como triades, ou seja, era aplicável para poucos elementos químicos semelhantes.




Döbereiner

## VOCÊ SABIA?

Alguns personagens que influenciaram as tentativas de classificação dos elementos no século XIX.



Dumas

Dentre os quais pode ser destacado o químico francês Jean Baptiste A. Dumas (1800–1884), o qual está entre aqueles que tentaram explicar as triades de Döbereiner, mas não houve conclusões aceitáveis.



Ballard

Apesar de tudo, as triades já ensaiavam uma certa capacidade de previsão, permitindo ao descobridor do bromo, o químico francês Antoine Ballard (1802–1876), em 1826, prever que este elemento formaria uma triade com o cloro e o iodo.



Aprender Química é Fácil !

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

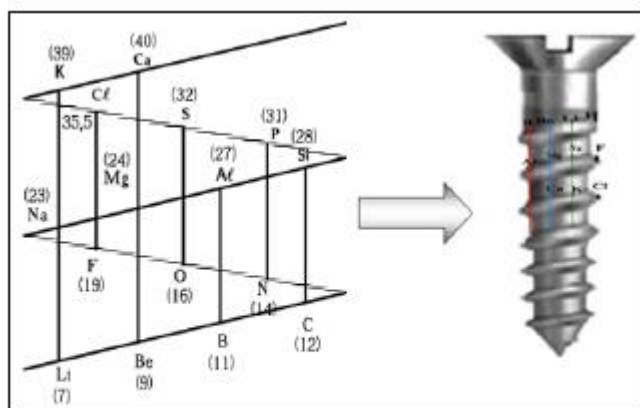
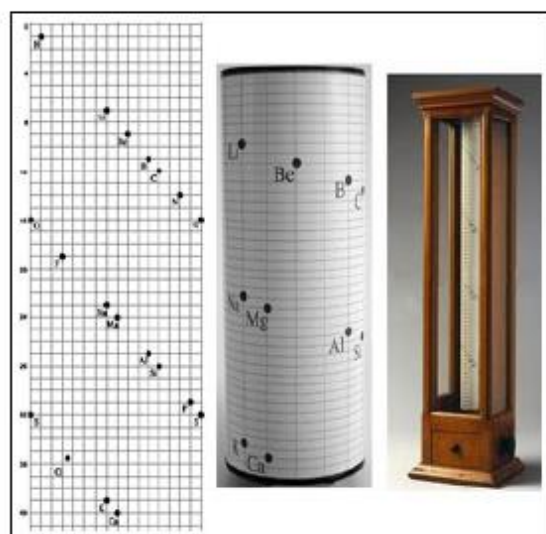
## CHANCOURTOES

Em 1862, o geólogo francês Alexander Emile Beguyer de Chancourtoes (1820-1886), apresenta o primeiro esboço de periodicidade dos elementos químicos.

Ele propõe uma relação entre massa atômica e a propriedade dos elementos, dispondo-os em uma superfície cilíndrica inclinada, desenhando uma espiral, em uma linha diagonal formando um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal de modo que os elementos com propriedades semelhantes se situavam na mesma linha vertical.

Essa disposição dos elementos ficou conhecida como:  
**“Parafuso Telúrico”.**

### Parafuso Telúrico criado por Chancourtois



<http://dataphys.org/list/telluric-screw-of-de-chancourtois>

## CURIOSAMENTE

O nome **“telúrico”** referia-se ao fato do elemento telúrio estar localizado na região mediana da disposição cilíndrica, como também decorria de considerações filosóficas e geognósticas, pois *“tellus”* tem também o sentido mais profundo de matriz, de terra que alimenta.

Além de sua linguagem ser mais mineralógica que química.

## VOCÊ SABIA?

Chancourtoes reconheceu primeiro que a cada sete elementos as propriedades semelhantes reapareciam, assim, concluiu que as propriedades dos elementos eram expressas em função da sua massa atômica, o que o levou a propor que as propriedades dos elementos são as propriedades dos números e com esse esquema foi capaz de prever a estequiometria de vários óxidos metálicos.

A sua proposta não foi muito conhecida e divulgada porque o esquema era relativamente complexo, afinal, incluía também compostos.



Chancourtoes

Aprender Química é Fácil!

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

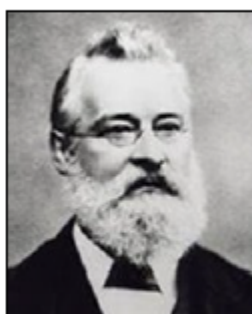
## JOHN NEWLANDS

Em 1863, o químico britânico John Alexander Reina Newlands, enunciou uma classificação contendo 11 grupos baseados em analogias nas propriedades químicas, iniciando a noção de período. Os pesos atômicos de muitos pares de elementos com propriedades análogas eram múltiplos de 8.

### OBSERVAÇÃO:

Peso atômico = Massa atômica.

A comparação com o que acontecia nas escalas musicais (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si, dó, ré...), devia-se aos conhecimentos musicais de Newlands.



Newlands

## ENTENDENDO MAIS

Daí surgiu a “Lei das Oitavas”, que estabelecia, em termos gerais, que as substâncias simples exibiam propriedades análogas de tal maneira que, considerada uma dada substância, essas propriedades repetiam-se na oitava substância seguinte (na ordem crescente dos pesos atômicos, propostos por Cannizzaro) e com números ordinais começando por H = 1.

## CURIOSAMENTE

Cabe ilustrar que existem algumas falhas e contradições neste trabalho, pois nas sequências horizontais existem alguns elementos que normalmente não pertenceriam ao grupo, como ocorre com os metais **cobalto** e **níquel**, intercalados entre o bromo e o cloro; Além disso, o **telúrio** foi colocado antes do iodo, apesar de seu peso atômico ser maior.

### Limitações da “Lei das Oitavas” de Newlands.

Elementos com diferentes propriedades alinhados com o Cl e o Br.

Escala Musical	Elementos Arranjados nas Oitavas de Newlands								
1ª – dó	H	F	Cl	Co/Ni	Br	Pd	I	Pt/Ir	
2ª – ré	Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Tl	
3ª – mi	Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba/V	Pb	
4ª – fá	B	Al	Cr	Y	Ce/La	U	Ta	Th	
5ª – sol	C	Si	Ti	In	Zn	Sn	W	Hg	
6ª – lá	N	P	Mn	As	Di/Mo	Sb	Nb	Bi	
7ª – si	O	S	Fe	Se	Ro/Ru	Te	Au	Os	

O Te foi colocado antes do I.

## VOCÊ SABIA?

Apesar de ter sido ridicularizado pela Sociedade de Química de Londres, Newlands sugere uma classificação ordenada, em que se inicia as premissas abrangidas na tabela periódica atual.



**Aprender Química é Fácil!**

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

## WILLIAM ODLING

Em 1864, o químico britânico William Odling (1829-1921), organizou um sistema de classificação dos elementos conhecidos unindo-os em grupos com propriedades análogas, isto é, considerou as propriedades dos elementos e as dos seus compostos, seguindo a ordem crescente de seus pesos atômicos, deixando espaços vazios para os elementos que viriam a ser descobertos.

Percebeu, também, que parecia haver uma periodicidade das massas atômicas entre os elementos, embora ele não continuasse, tendo subsequentemente proposto uma outra classificação baseada na valência dos elementos.



Odling

Odling propôs uma tabela periódica muito semelhante à primeira tabela de Dmitri Ivanovich Mendeleev, com um total de 57 elementos ordenados com base em suas massas atômicas relativas, embora com certas irregularidades.

## VOCÊ SABIA?

Essa classificação pode ser considerada uma das precursoras mais próximas da tabela periódica atual, devido a sua semelhança com as tabelas de Julius Lothar Meyer e Dimitri Ivanovitch Mendeleiev.

Além disso, faz uma separação entre os elementos que, hoje, são chamados de transição para destacar a maior similaridade entre os elementos do grupo principal.

Para estabelecer as semelhanças, ele estimou propriedades, tais como, as capacidades caloríficas atômicas (calores atômicos) e a regularidade dos volumes atômicos.

Também, realizou pesquisas sobre a massa atômica e suas propriedades químicas ao longo da tabela periódica.

## Classificação dos elementos em grupos publicada por Odling

H 1	"	"	Ru 104	Pt 197
"	"	Zn 65	Ru 104	Ir 197
L 7	"	"	Pd 1065	Os 199
G 9	"	"	Ag 108	Au 196,5
B 11	Al 27,5	"	Cd 112	Hg 200
C 12	Si 28	"	"	Tl 203
N 14	P 31	As 75	U 120	Pb 207
O 16	S 32	Se 79,5	Sn 118	"
F 19	Cl 35,5	Br 80	Sb 122	Bi 210
Na 23	K 39	Rb 85	Te 129	"
Mg 24	Ca 40	Sr 87,5	I 127	"
	Ti 50	Zr 89,5	Cs 133	"
	"	Ce 92	Ba 137	"
	Cr 52,5	Mo 96	Ta 138	Th 231,5
	Mn 55		"	
	Fe 56		V 137	
	Co 59		W 184	
	Ni 59			
	Cu 63,5			

*Foi uma das mais curiosas tentativas de classificação!*

## ENTENDENDO MAIS

Odling chegou a resolver o problema do telúrio (Te) e colocou corretamente mercúrio (Hg) e platina (Pt), descobertas que Mendeleiev falhou em sua primeira tentativa de escrever a tabela periódica.

No entanto, Odling teve pouco reconhecimento pelo seu trabalho!

Aprender Química é Fácil!

## CURIOSAMENTE

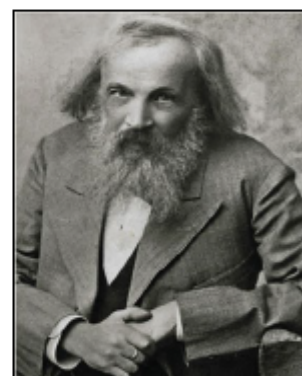
Foi demonstrado por Mendeleiev em sua tabela para prever as lacunas e as propriedades desses elementos, até então, ocultos. Dentre esses, podemos citar o *gálio*, *escândio* e *germânio*, chamados naquele momento por Mendeleiev de *eka-alumínio*, *eka-boro* e *eka-silício*, pois, segundo ele, sucederiam o boro, o alumínio e o silício, daí o uso do prefixo “eka” que em sânscrito significa “primeiro”.



## DMITRI IVANOVICH MENDELEIEV

Em 1º de março de 1869, o químico russo Mendeleiev (1834 – 1907) publicou o primeiro esboço de sua tabela periódica, quando escrevia o segundo volume do seu livro. Em 18 de março, uma versão melhorada foi apresentada à Sociedade Russa de Química em São Petersburgo.

De maneira que, Mendeleiev chegou a um grau de precisão científica que seus contemporâneos não atingiram e talvez, por isso, a “lei periódica das propriedades dos elementos” e a respectiva tabela acabaram ficando indelevelmente ligadas ao seu nome.



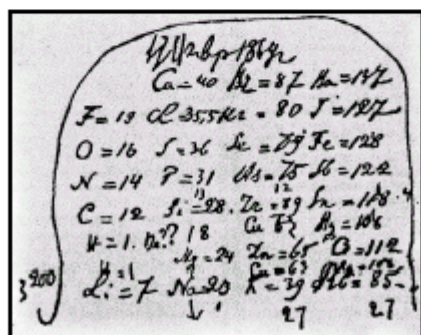
Mendeleiev

Com isso, uma característica peculiar da tabela de Mendeleiev e que aponta sua genialidade e audácia, foi a previsibilidade de elementos ainda desconhecidos, com propriedades semelhantes aos elementos pertencentes à mesma coluna. Seu trabalho foi tão importante para a história da Química que em 1955 um elemento foi batizado em homenagem ao seu nome: Mendelévio (Md = 101).

## VOCÊ SABIA?

Em 1869, Mendeleiev enquanto escrevia um livro de Química, pensava sobre as **propriedades químicas** e **físicas** dos elementos. Neste momento, notou que os colocando em uma fileira horizontal e em ordem crescente de peso atômico, os elementos com propriedades similares formavam um padrão regular.

### 1º Esboço da Tabela Periódica em 1869



### Tabela Periódica em 1869

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.					
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.					
	Ti = 50	Zr = 90	?	180.	
	V = 51	Nb = 94	Ta = 182.		
	Cr = 52	Mo = 96	W = 186.		
	Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4		
	Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.		
	Ni = Co = 59	Pd = 106,4	Os = 199.		
	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.		
H = 1	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	U = 116	Lu = 177?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,4	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.
	Ca = 40	Sr = 87,4	Ba = 137	Pb = 207.	
	? = 45	Ce = 92			
	? Er = 56	La = 94			
	? Yt = 60	Di = 95			
	? In = 75,4	Th = 118?			

Д. Менделѣевъ



## CURIOSAMENTE

O trabalho de Mendeleiev foi publicado quase simultaneamente ao do químico germânico Julius Lothar Meyer (1830-1895), o qual também apresentou uma classificação periódica dos elementos químicos semelhante e independente.

## VOCÊ SABIA?

Meyer passou o artigo para um colega com intuito de que fizesse comentários. No entanto, seu colega demorou para devolvê-lo e, infelizmente, o artigo de Mendeleev foi publicado neste intervalo. Como os químicos reconheceram imediatamente a importância do artigo de Mendeleev, Meyer não recebeu os créditos que, também, merece.

## JULIUS LOTHAR MEYER

Em 1868, Meyer havia classificado 52 elementos em 15 colunas, mas seu artigo foi publicado somente em 1870, com a omissão de alguns dados e após a publicação da tabela de Mendeleiev, em 1869.



Meyer

Meyer demonstrou a variação de propriedades periódicas como o volume, ponto de ebulição e dureza sendo uma função da massa atômica.

No mesmo ano, Mendeleiev publicou os resultados de seu trabalho e sua versão da tabela periódica, lembrando que ambos organizaram os elementos em ordem crescente de peso atômico.

## ENTENDENDO MAIS

Entre as razões apontadas na literatura que justificam a primazia de Mendeleiev está o fato de seu trabalho ter sido publicado alguns meses antes de Meyer e por apresentar previsões a respeito de elementos, até então, desconhecidos e que preencheriam os espaços vazios na tabela conferindo um caráter preditivo à sua classificação.

### Tabela Periódica de Meyer em 1872

I								H 1	Li 7,01	Be 9,3
II	B 11,0	C 11,97	N 14,01	O 15,96	F 19,1				Na 22,99	Mg 23,94
III	Al 27,3	Si 28	P 30,46	S 31,98	Cl 35,37				K 39,04	Ca 39,90
IV	? 47?	Ti 48	V 51,2	Cr 52,4	Mn 54,8	Fe 55,9	Co 58,6	Ni 58,6	Cu 64,9	Zn 63,3
V	? 70?	? 72?	As 74,9	Se 78	Br 79,75				Rb 85,2	Sr 87,2
VI	? 88?	Zr 90	Nb 94	Mo 95,6	? 98?	Ru 103,5	Rh 104,1	Pd 106,2	Ag 107,66	Cd 111,6
VII	In 113,4	Sn 117,8	Sb 122	Te 128	I 126,53				Cs 132,7	Ba 136,8
VIII	? 173?	? 178?	Ta 182	W 184	? 186?	Os 198,6	Ir 196,7	Pt 196,2	Au 196,7	Hg 199,8
IX	Tl 202,7	Pb 206,4	Bi 207,6							

## OBJETIVO

Compreender os acontecimentos que contribuíram para modernização da classificação periódica dos elementos.

## ENTENDENDO MAIS

Embora as tabelas de Mendeleiev e Meyer tenham demonstrado a natureza periódica dos elementos, apenas no século XX, foram encontradas explicações para as razões das propriedades dos elementos variarem periodicamente.

O desenvolvimento, nomeadamente dos modelos atômicos e teoria quântica, permitiram racionalizar o conhecimento das propriedades dos elementos e chegar à configuração da atual tabela periódica. Esta foi ampliada ao longo do tempo, à medida que novos elementos foram sendo descobertos.

## VOCÊ SABIA?

Com a descoberta de Moseley, as inconsistências existentes na tabela de Mendeleiev desapareceram, tornando o número atômico ( $Z$ ) a base organizacional da classificação periódica moderna.

Transurânico é o elemento químico artificial com número atômico maior do que 92, o número atômico do urânio.

Todos estes átomos são instáveis devido aos seus grandes núcleos, portanto, são **RADIOATIVOS**.



Conhecidos como **elementos artificiais!**

*Saiba mais: p. 56-59 da dissertação.*

## A DESCOBERTA REVOLUCIONÁRIA (Z)

**Mas, afinal, por que “Classificação Periódica dos Elementos” e não “Classificação Periódica dos Átomos”?**

Para responder essa pergunta, precisamos entender que as primeiras classificações periódicas foram baseadas em amostras reais dos elementos químicos, como por exemplo, o elemento cobre (Cu), mercúrio (Hg) e enxofre (S).

Isso porque, nos séculos XVIII e XIX, não havia uma clara compreensão dos átomos, o que foi elucidada com os experimentos do inglês Henry Moseley, em 1913, ao descobrir uma relação entre o espectro de raios X de um elemento químico e seu número atômico, determinando este com precisão.

Essa descoberta foi tão significativa, de modo que, Moseley identificou a existência de lacunas a serem preenchidas na tabela periódica, o que modificou a configuração da mesma permanecendo até os dias atuais.

**Ainda que Mendeleiev ganhe o protagonismo na história da classificação periódica, outros nomes fundamentam este cenário.**



## SEABORG: LANTANÍDEOS E ACTÍNÍDEOS

Em 1945, o químico norte-americano Glenn Seaborg (1912 – 1999), teve a transformadora ideia de que os actinídeos, assim como os lanatídeos, preenchem um subnível  $f$ . Além disso, Seaborg e sua equipe da Universidade da Califórnia em Berkeley, pela primeira vez, prepararam nove desses elementos (número atômico 94 a 102).

Em 1951, recebeu o Prêmio Nobel de química, posteriormente, em 1997, o elemento 106 recebeu o nome de Seabórgio (Sg).



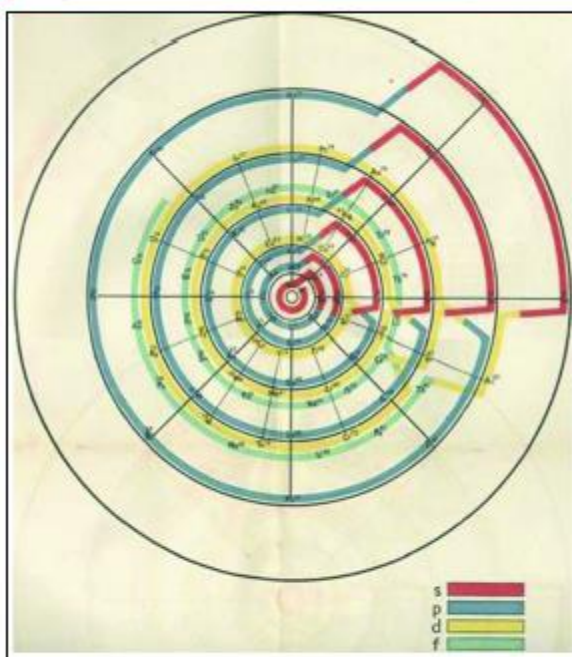
## A CONTRIBUIÇÃO BRASILEIRA

O engenheiro agrônomo brasileiro Alcindo Flores Cabral (1907-1982), professor de química analítica da Escola de Agronomia Eliseu Maciel, atualmente incorporada à Universidade Federal de Pelotas, teve uma contribuição ao ensino de química quase desconhecida pela própria comunidade científica brasileira, embora reconhecida e elogiada por diversos químicos estrangeiros, como Edward S. Amis (University of Arkansas), W. F. Luder (Northeastern University), Elisabeth Fessenden (autora renomada de livros-texto de Química) e outros.

A inovadora representação helicoidal de Cabral é apresentada não só em conexão com representações contemporâneas, mas traz um importante elo com os primeiros sistemas helicoidais propostos: em 1867, por Hinrichs (1836–1923) e, em 1870, por Baumhauer (1848–1926).

A primeira contribuição brasileira no desenvolvimento da classificação periódica, em 1946, foi intitulada *Classificação natural dos elementos*, sendo possivelmente a primeira descrição do arranjo periódico dos elementos químicos em uma forma atômica levando em consideração a distribuição eletrônica, inspirando o desenvolvimento de novas versões de sua tabela, mais elaboradas e publicadas, posteriormente.

## REPRESENTAÇÃO



Nesta representação, Cabral escreveu tratar-se de um gráfico "tão claro e elucidativo que parecia estar destinado à ampla aceitação e emprego pelos que se dedicam à química, tanto no terreno didático como no técnico, em vista da importância primacial que as publicações mais recentes dão aos orbitais atômicos para o conhecimento da valência".

Mesmo que isso não tenha acontecido, há quase 60 anos, no extremo sul do Brasil, o professor Cabral teve a ousadia de criar uma nova e atraente maneira de mostrar a seus alunos a periodicidade química.

*Versão final da Classificação Natural dos Elementos que acompanhava o Boletim Didático nº 1, 1951.*

**Saiba mais:** Artigo: *A contribuição brasileira de Alcindo Flores Cabral à classificação periódica dos elementos.* MAAR, J. H.; LENARDÃO, E. J. A. (2012). Disponível no Google.

## VOCÊ SABIA?

Cabral escreveu vários ensaios sobre química geral e química inorgânica, especialmente envolvendo ligações químicas e suas fundamentações teóricas.

## ENTENDENDO MAIS

Embora para muitos químicos a forma longa da tabela periódica apresente-se como a única estrutura organizacional possível para os elementos químicos, fruto da adoção desse formato pela quase totalidade dos livros didáticos, há diferentes maneiras de representá-la, e todas podem ser adequadas para determinadas situações.



**Aprender Química é Fácil !**

## NOMENCLATURA

Desde 1947, as diretrizes de nomeação dos elementos químicos são de responsabilidade da União Internacional de Química Pura e Aplicada (sigla em inglês: IUPAC).

Mantendo a tradição, os elementos recém descobertos podem ser nomeados seguindo:

- um conceito ou personagem mitológico;
- uma substância mineral ou similar;
- um lugar ou região geográfica;
- uma propriedade do elemento; ou,
- um cientista.

## CUIDADO! NEM TUDO QUE PARECE É!

Os símbolos químicos são representados por uma ou duas letras! O nome e/ou o símbolo podem ser originários de diferentes idiomas. O uso da 2ª letra evita duplicidade na simbologia dos elementos.

**Por exemplo:**

**S:** Enxofre (do latim Sulphur)

**Na:** Sódio (Natrium, nome latino referente ao vale de Natron, perto do Cairo e de Alexandria).

## ENTENDENDO MAIS

A tabela periódica foi construída empiricamente mediante uma enorme quantidade de observações experimentais dos elementos, a partir da necessidade de agrupá-los com propriedades químicas e físicas semelhantes [periódicas], ou seja, organizá-los de maneira que suas semelhanças, diferenças e tendências estivessem mais evidentes (OLIVEIRA et al, 2015).

Porém, hoje, a organização da TP está relacionada à configuração eletrônica dos elementos e como expõe Russell (2012), **a periodicidade é a base da estrutura da classificação periódica moderna.**

## PROPRIEDADES (A)PERIÓDICAS

Os valores destas propriedades variam à medida que o nº atômico aumenta, mas não obedecem à posição na TP, ou seja, não se repetem em períodos regulares.

**Exemplos:** calor específico, índice de refração, dureza e massa atômica.

**Observação:** a massa atômica sempre aumenta de acordo com o nº atômico, e não diz respeito à posição deste elemento na TP.

IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H hydrogen 1.007 84(7)																	18 He helium 4.002 603 254(5)
3 Li lithium 6.941(1)	4 Be beryllium 9.012 182(2)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">             65536 101061              Symbol              name              atomic number              relative atomic mass              standard atomic weight           </div>										5 B boron 10.811(7)	6 C carbon 12.010 7(8)	7 N nitrogen 14.006 4(1)	8 O oxygen 15.999(4)	9 F fluorine 18.998 403 1(3)	10 Ne neon 20.179 7(6)
11 Na sodium 22.989 769 28(2)	12 Mg magnesium 24.304 0(6)											13 Al aluminum 26.981 538 6(3)	14 Si silicon 28.085 5(3)	15 P phosphorus 30.973 761 9(2)	16 S sulfur 32.06(1)	17 Cl chlorine 35.45(3)	18 Ar argon 39.948(1)
19 K potassium 39.098 3(1)	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.955 912(6)	22 Ti titanium 47.88(7)	23 V vanadium 50.941 5(5)	24 Cr chromium 51.996 1(6)	25 Mn manganese 54.938 044(3)	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933 195(5)	28 Ni nickel 58.693 4(4)	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723(1)	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.921 60(3)	34 Se selenium 78.96(4)	35 Br bromine 79.904(1)	36 Kr krypton 83.80(1)
37 Rb rubidium 85.467 8(2)	38 Sr strontium 87.62(3)	39 Y yttrium 88.905 84(2)	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906 38(2)	42 Mo molybdenum 95.94(2)	43 Tc technetium 98.906 250(1)	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.905 5(3)	46 Pd palladium 106.363 1(6)	47 Ag silver 107.868 2(4)	48 Cd cadmium 112.411(8)	49 In indium 114.818(1)	50 Sn tin 118.710(7)	51 Sb antimony 121.757(3)	52 Te tellurium 127.6(3)	53 I iodine 126.905 4(5)	54 Xe xenon 131.29(4)
55 Cs caesium 132.905 451(6)	56 Ba barium 137.327(7)	57-71 Lanthanoides	72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.947 88(2)	74 W tungsten 183.84(1)	75 Re rhenium 186.207(1)	76 Os osmium 190.23(4)	77 Ir iridium 192.222(1)	78 Pt platinum 195.084(2)	79 Au gold 196.966 569(4)	80 Hg mercury 200.59(2)	81 Tl thallium 204.38(3)	82 Pb lead 207.2(1)	83 Bi bismuth 208.980 4(1)	84 Po polonium [209]	85 At astatine [210]	86 Rn radon [222]
87 Fr francium [223]	88 Ra radium [226]	89-103 actinoides	104 Rf rutherfordium [261]	105 Db dubnium [262]	106 Sg seaborgium [263]	107 Bh bohrium [264]	108 Hs hassium [265]	109 Mt meitnerium [266]	110 Ds darmstadtium [267]	111 Rg roentgenium [268]	112 Cn copernicium [269]	113 Nh nihonium [270]	114 Fl flerovium [271]	115 Mc moscovium [272]	116 Lv livermorium [273]	117 Ts tennessine [274]	118 Og oganeson [276]

## NOVOS ELEMENTOS - (2016) PELA IUPAC



112 Cn copernicium [285]	113 Nh nihonium [286]	114 Fl flerovium [287]	115 Mc moscovium [288]	116 Lv livermorium [289]	117 Ts tennessine [290]	118 Og oganeson [291]
119 Uue unbinilium [289]	120 Uuo ununilium [290]	121 Uuq ununilium [291]	122 Uub ununilium [292]	123 Uut ununilium [293]	124 Uuq ununilium [294]	125 Uup ununilium [295]

Fonte: IUPAC (2018)

## PROPOSED NEW ELEMENT NAMES

113 <b>Nh</b> NIHONIUM Japan	115 <b>Mc</b> MOSCOVIUM Moscow	117 <b>Ts</b> TENNESSINE Tennessee	118 <b>Og</b> OGANESSON Yuri Oganessian
---------------------------------------	---	---	--

These are the proposed symbols and names for elements 113, 115, 117 and 118, along with their origins. After a five month public review period, they will be officially confirmed.

Foram ratificados, no dia 13 de julho de 2017, durante o 46º Congresso Mundial de Química Pura e Aplicada (IUPAC) realizada na cidade de São Paulo, Brasil.



*Aprender Química é Fácil!*

## A LÓGICA DE ORGANIZAÇÃO

A tabela periódica é o alfabeto da Química que organiza os elementos sistematicamente, de acordo com as propriedades químicas e físicas!

O número atômico facilita a localização e previsão das propriedades químicas de qualquer elemento da TP!

A posição do elemento também auxilia na representação da configuração eletrônica e na identificação dos elétrons na camada de valência do átomo!

## CLASSIFICAÇÃO

Os elementos são classificados em **metais**, **não metais (ametais)** ou **metalóides (semimetais)**, de acordo com as respectivas propriedades químicas, as quais são determinadas pelos elétrons da camada de valência.

## GRUPOS E PERÍODOS

Os 118 elementos presentes na tabela atual estão dispostos em fileiras horizontais (períodos) e verticais (grupos) e, **em ordem crescente de número atômico**.

Sendo constituída por 18 colunas verticais denominadas **grupos** (não chamadas mais de famílias), nos quais estão os elementos com propriedades químicas semelhantes, geralmente, **determinadas pelo número de elétrons existentes no nível mais externo (camada de valência) de sua configuração eletrônica**.

Há, também, as 7 colunas horizontais denominadas **períodos**, os quais são numerados de acordo com o número quântico principal da camada de valência, ou seja, **corresponde ao número de camadas de energia**.

	1																	18							
	1	2																	2						
1	H Hidrogênio																		He Hélio						
2	Li Lítio	Be Berílio																		B Boro	C Carbono	N Nitrogênio	O Oxigênio	F Fluor	Ne Neônio
3	Na Sódio	Mg Magnésio																		Al Alumínio	Si Silício	P Fósforo	S Enxofre	Cl Cloro	Ar Argônio
4	K Potássio	Ca Cálcio	Sc Escândio	Ti Titânio	V Vanádio	Cr Cromo	Mn Mangâneso	Fe Ferro	Co Cobalto	Ni Níquel	Cu Cúprum	Zn Zinco	Ga Gálio	Ge Germânio	As Arsênio	Se Selênio	Br Bromo	Kr Criptônio							
5	Rb Rubídio	Sr Strôncio	Y Ítrio	Zr Zircônio	Nb Níbio	Mo Molibdênio	Tc Técnetio	Ru Ródio	Rh Ródio	Pd Paládio	Ag Prata	Cd Cádmio	In Índio	Sn Estanho	Sb Antimônio	Te Telúrio	I Iodo	Xe Xenônio							
6	Cs Césio	Ba Bário		Hf Háfnio	Ta Tântalo	W Wolfrâmio	Re Rênio	Os Ósmio	Ir Írídio	Pt Platina	Au Ouro	Hg Mercúrio	Tl Tlúmio	Pb Chumbo	Bi Bismuto	Po Polônio	At Astato	Rn Radônio							
7	Fr Francio	Ra Rádio		Rf Rifório	Db Dubnônio	Sg Sérgio	Bh Bório	Hs Háscio	Mt Moscúvio	Ds Darmstádio	Rg Roentgênio	Cn Copernício	Nh Nihônio	Fl Fleróvio	Mc Moscóvio	Lv Livermório	Ts Tenessóvio	Og Oganessônio							
			La Lantânio	Ce Cério	Pr Praseodímio	Nd Néodímio	Pm Pmécio	Sm Samaritécio	Eu Europécio	Gd Gadolínio	Tb Terbécio	Dy Díscio	Ho Hólio	Er Érbio	Tm Tulácio	Yb Ítrio	Lu Lutécio								
			Ac Actínio	Th Tório	Pa Protactínio	U Urânio	Np Neptúncio	Pu Plutúncio	Am Americóvio	Cm Cúrcio	Bk Berkelécio	Cf Califórnio	Es Einsteinécio	Fm Fermíbio	Md Mendelevíbio	No Nobelíbio	Lr Lawrencíbio								

- |                           |                     |              |
|---------------------------|---------------------|--------------|
| Hidrogênio                | Metais de Transição | Semimetais   |
| Metais Alcalinos          | Lantanídeos         | Não Metais   |
| Metais Alcalinos Terrosos | Actinídeos          | Gases Nobres |

Saiba mais: p. 74-77 da dissertação.

## METAIS

- ✓ Tendem a perder elétrons, formando cátions (ions com carga positiva).
- ✓ Possuem brilho característico.
- ✓ Bons condutores de calor e eletricidade.
- ✓ São sólidos à temperatura ambiente, com exceção do mercúrio (Hg) que é um líquido (ponto de fusão =  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- ✓ São maleáveis (podem ser transformados em folhas finas).
- ✓ São dúcteis (podem ser transformados em fios).
- ✓ Representa a maioria dos elementos presentes na tabela periódica.



O mercúrio (Hg) é o único metal que à temperatura ambiente encontra-se o estado líquido!

## NÃO METAIS (AMETAIS)

C	N	O	F
P	S	Cl	
Se	Br	I	
At			
Ts			



Enxofre



Bromo

- ✓ Tendem a receber elétrons, formando ânions (ions com carga negativa).
- ✓ Não possuem brilho característico (opacos).
- ✓ Péssimos condutores de calor e eletricidade.
- ✓ Podem ser sólidos, líquidos ou gasosos, à temperatura ambiente.
- ✓ Não são maleáveis.
- ✓ Não são dúcteis.

## METALÓIDES (SEMIMETAIS)

- ✓ Possuem propriedades intermediárias entre as dos metais e as dos não metais.
- ✓ Diversos metalóides são semicondutores elétricos.
- ✓ São os principais elementos usados na fabricação de circuitos integrados e chips de computador. Como é o caso do silício!
- ✓ São eles: Boro; Silício; Germânio; Astató; Antimônio; Telúrio; Polônio.

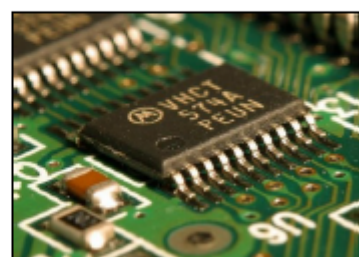
Na literatura, alguns autores como os Kotz, Treichel e Weaver (2012) não consideram o **polônio** como semimetal.

Afinal, os isótopos de polônio são radioativos, e por isso não são adequados aos processos metabólicos que ocorrem nos sistemas biológicos, pois originam reações que degradam as biomoléculas, como consequência do seu decaimento radioativo.

B			
Boro			
Si			
Silício			
Ge	As		
Germânio	Arsênio		
Sb	Te		
Antimônio	Telúrio		
	Po		
	Polônio		



Silício



## VOCÊ SABIA?

Os nomes dos blocos foram propostos para representar a qualidade das linhas espectroscópicas (a radiação eletromagnética absorvida e emitida pelos átomos) dos orbitais atômicos:

*s* = sharp.

*p* = principal.

*d* = diffuse.

*f* = fundamental.

Os metais do bloco *s* são *mais reativos* que os do bloco *p*!

Muitos metais do bloco *d*, formam cátions com mais de 1 estado de oxidação!

## BLOCOS: *s*, *p*, *d*, *f*.

A tabela periódica é dividida em quatro regiões principais (blocos) conforme o preenchimento dos subníveis: *s*, *p*, *d*, *f*.

Os grupos classificados como representativos ou principais são formados pelos blocos *s* e *p*.



São chamados de elementos **representativos** devido à grande abundância na terra e no universo.

Já, os grupos menores presentes na região central da TP são denominados como de transição e são formados pelo bloco *d*.

Os metais do bloco *d* tem características intermediárias!

Quanto aos grupos dos lantanídeos (terras raras) e actinídeos (terras raras pesadas) são formados pelo bloco *f*.

Sendo, simultaneamente, designados como elementos de transição interna e usualmente colocados abaixo da tabela principal para uma representação mais compacta da TP.

Bloco s

1	H		
3	Li	4	Be
11	Na	12	Mg
19	K	20	Ca
37	Rb	38	Sr
55	Cs	56	Ba
87	Fr	88	Ra

Bloco p

5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne
13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar
31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og

Bloco d

21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn
39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd
72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg		
104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn		

### LEGENDA:

Verde: estado sólido.

Amarelo: estado gasoso.

Azul: estado líquido.

Observação: à temperatura ambiente.

Bloco f

57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu
89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr

*Saiba mais:* p. 78-79 da dissertação.



*Aprender Química é Fácil !*

TP

PREVENDO LIGAÇÕES

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

## GASES NOBRES

São os elementos do grupo 18 da tabela periódica.

Tem esse nome porque reagem com pouquíssimos elementos – NEUTROS. Isto é, quimicamente, ESTÁVEL.

Essa **ESTABILIDADE** está relacionada ao **número de elétrons na camada de valência!**



(8 elétrons, exceto, o gás hélio (He), com 2 elétrons).

Dai, o fato de serem **monoatômicos** – Átomos isolados!

Eles foram considerados “gases inertes” até a década de 1960!

São **incolores** e **inodoros**.

4,0026	2	He	Hélio
20,180	10	Ne	Néon
39,948	18	Ar	Argônio
83,80	36	Kr	Criptônio
131,29	54	Xe	Xenônio
222,02	86	Rn	Rádônio
194	118	Og	Oganessônio

Os gases He, Ne, Ar: não reagem.

Os demais gases nobres: baixíssima reatividade.

## REGRA DO OCTETO

Os átomos tendem a perder, receber ou compartilhar elétrons até que estejam circundados por oito elétrons na camada de valência!

Exceto, o hidrogênio que imita a configuração eletrônica do gás hélio.

## SE UM NÃO QUER, DOIS NÃO SE LIGAM!

Sempre que átomos ou íons estão unidos a outros, há uma **ligação química!**

Essa descoberta foi feita por **Walther Kossel** e **Gilbert Lewis**.

### VAMOS PENSAR!

Mas, de que maneira os átomos se combinam para formar moléculas e por quê os átomos formam ligações?

**Kossel e Lewis (1916):** Observaram que apenas os gases nobres existiam isoladamente. Assim, suas configurações eletrônicas deveriam justificar esse comportamento.

**Mais tarde:** Verificaram que os demais elementos formavam ligações químicas para alcançar a configuração idêntica a dos gases nobres.

## NATUREZA DA LIGAÇÃO QUÍMICA

A natureza da ligação química é revelada a partir da configuração eletrônica dos átomos ligantes, mostrando como esta afeta as **propriedades macroscópicas** das substâncias.

As propriedades macroscópicas **dependem**, essencialmente, do **tipo de ligação** entre os átomos.

O tipo de ligação **depende**, fundamentalmente, dos **elétrons da camada de valência**, estes, por sua vez, determinam as propriedades químicas dos átomos.

**CAMADA DE VALÊNCIA:** é a camada mais externa da configuração eletrônica!

## TIPOS DE LIGAÇÃO

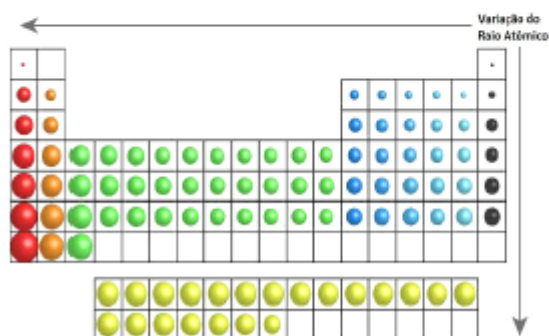
**IÔNICA (ELETROVALENTE):** Há transferência de elétrons da camada de valência.

❖ Refere-se às forças eletrostáticas “Coulombiana” que existem entre íons de cargas de sinais contrários (cátions e ânions).

**COVALENTE (MOLECULAR):** Há um compartilhamento de elétrons da camada de valência entre átomos.

**METÁLICA:** Os elétrons ligantes estão relativamente livres para mover-se pela estrutura tridimensional do metal.

## REPRESENTAÇÃO



## CARGA NUCLEAR EFETIVA ( $Z_{ef}$ )

A carga nuclear efetiva não é igual à carga do núcleo devido ao efeito dos elétrons internos da eletrosfera.

Apenas uma parte da carga nuclear atua realmente sobre os elétrons: é a carga nuclear efetiva ( $Z_{ef}$ ).

$$Z_{ef} = Z - S$$

Onde,  $Z$  = carga nuclear (número de prótons)

$S$  = constante de blindagem

☐ Quando aumenta o número médio de elétrons protetores ( $S$ ), a  $Z_{ef}$  diminui.

Cada elétron de um átomo é protegido (blindado) do efeito de atração da carga nuclear pelos elétrons do mesmo nível de energia e, principalmente, pelos elétrons dos níveis mais internos.

**Você acha que o raio atômico pode influenciar a carga nuclear efetiva ( $Z_{ef}$ )?**

☐ Quando aumenta a distância do núcleo,  $S$  aumenta e  $Z_{ef}$  diminui.

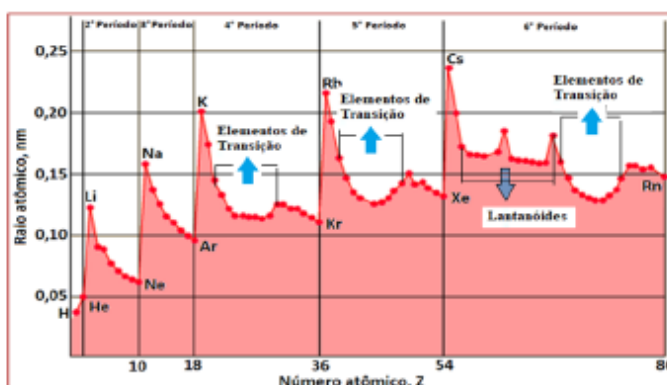
## VAMOS PENSAR!

O raio atômico representa a distância entre o centro do núcleo de um átomo e a camada mais externa da eletrosfera (camada de valência).

Ao longo do período, da esquerda para a direita, os átomos ficam menores, enquanto no grupo, eles ficam maiores conforme descemos. **Qual seria o motivo?**

No período, a carga crescente do núcleo exerce maior atração sobre os elétrons, diminuindo o raio atômico. Porém, essa tendência não é observada nos elementos de transição: **Por quê? Como você explicaria isso?**

Já no grupo, os elétrons passam a ocupar camadas superiores cada vez mais afastadas do núcleo, aumentando o raio atômico.



Os íons (cátions e ânions) possuem o mesmo raio dos seus respectivos átomos neutros? Lembre-se: átomo neutro ( $n^{\circ}$  de prótons e elétrons são iguais). Observe a figura e vamos pensar!

❖ Unidade de medida de comprimento = Angström (Å)

Li <sup>+</sup> 0,68	Li 1,34	Be <sup>2+</sup> 0,31	Be 0,90	B <sup>3+</sup> 0,23	B 0,82	O 0,73	O <sup>2-</sup> 1,40	F 0,71	F <sup>-</sup> 1,33
Na <sup>+</sup> 0,97	Na 1,54	Mg <sup>2+</sup> 0,66	Mg 1,30	Al <sup>3+</sup> 0,51	Al 1,48	S 1,02	S <sup>2-</sup> 1,84	Cl 0,99	Cl <sup>-</sup> 1,81
K <sup>+</sup> 1,33	K 1,96	Ca <sup>2+</sup> 0,99	Ca 1,74	Ga <sup>3+</sup> 0,62	Ga 1,26	Se 1,16	Se <sup>2-</sup> 1,98	Br 1,14	Br <sup>-</sup> 1,96
Rb <sup>+</sup> 1,47	Rb 2,11	Sr <sup>2+</sup> 1,13	Sr 1,92	In <sup>3+</sup> 0,81	In 1,44	Te 1,35	Te <sup>2-</sup> 2,21	I 1,33	I <sup>-</sup> 2,20

Aprender Química é Fácil !

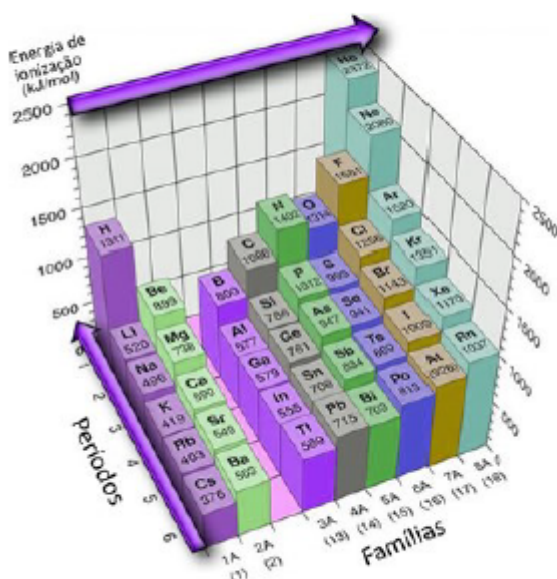
Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

## OBJETIVO

Buscaremos neste tópico fazer com que você perceba que não é preciso decorar as propriedades periódicas dos elementos como, por exemplo, que a Energia de Ionização (EI) cresce de cima para baixo e da esquerda para a direita na tabela periódica.

Mas, que entenda o porquê isso ocorre.

## REPRESENTAÇÃO



## VAMOS PENSAR!

Quando falamos de Energia de Ionização (EI) de um átomo, estamos nos referindo à **energia necessária para remover um elétron da “camada” mais externa (camada de valência).**

**É POSSÍVEL PREVER ALGO SOBRE A ENERGIA DE IONIZAÇÃO (EI) A PARTIR DO TAMANHO (RAIO) DO ÁTOMO?**

SIM! Se pensarmos que quanto menor o tamanho do átomo, mais próximo estará o elétron do núcleo, podemos prever, então, que maior será a energia necessária para retirá-lo devido a força de atração entre o núcleo positivo (próton) e o elétron (carga negativa).

Sendo assim, não é difícil entender que o sentido crescente do tamanho do átomo é inverso ao sentido da EI. Em outras palavras, conforme aumenta o tamanho do átomo (raio), a EI diminui! Por isso, a EI diminui ao longo do grupo

1	1	H	1
1	1	H Hidrogênio	1
2	3	Li Lítio	2
3	11	Na Sódio	3
4	19	K Potássio	4
5	37	Rb Rubídio	5
6	55	Cs Césio	6
7	87	Fr Frâncio	7

## VAMOS APLICAR!

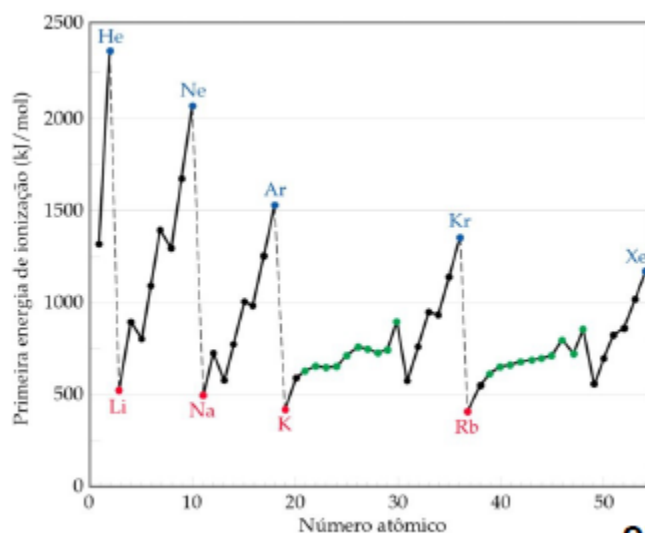
### EI NO GRUPO

**Sabendo que o raio / tamanho do átomo de Césio (Cs) é maior que a do átomo de Lítio (Li), qual apresentará maior EI?**

Se você pensou o Lítio, acertou! Como os elétrons do Césio passam a ocupar camadas (níveis) superiores, ou seja, mais afastadas do núcleo, torna-se mais fácil a retirada de um elétron.

### EI NO PERÍODO

Ao longo do período, conforme a figura ao lado, a EI, em geral, aumenta devido ao sucessivo aumento da carga nuclear (prótons presentes no núcleo), o que faz aumentar a força atrativa (núcleo-elétrons), e mais difícil se torna a remoção de um elétron.





## REPRESENTAÇÃO



## ENTENDENDO MAIS

De modo geral, a eletronegatividade aumenta ao longo de um período, da esquerda para direita. Já, em um grupo, aumenta de baixo para cima.

Observação:

- O **flúor** é o elemento **mais eletronegativo!**

F O N Cl Br I S C P H



## VOCÊ SABIA?

Geralmente, átomos menores atraem mais fortemente os elétrons que os átomos maiores.

Portanto, os átomos menores são mais eletronegativos!

## VAMOS APLICAR!

De acordo com os valores estimados de eletronegatividade.

Qual das seguintes ligações é mais polar?

S - Cl ; S - Br ; Se - Cl ou Se - Br?

Se pensou, Se - Cl acertou!

## VAMOS PENSAR!

**ELETRONEGATIVIDADE:** é uma grandeza que mede a tendência de um átomo em atrair elétrons da valência em uma molécula.



Foi conceituada, em 1931, pelo químico norte-americano Linus Pauling (1901 - 1994). Porém, em 1958, Allred e Rochow a imaginaram de uma maneira diferente, calculando valores para 69 elementos, definindo-a como a força de atração entre o núcleo e um elétron, conhecida como força eletrostática.

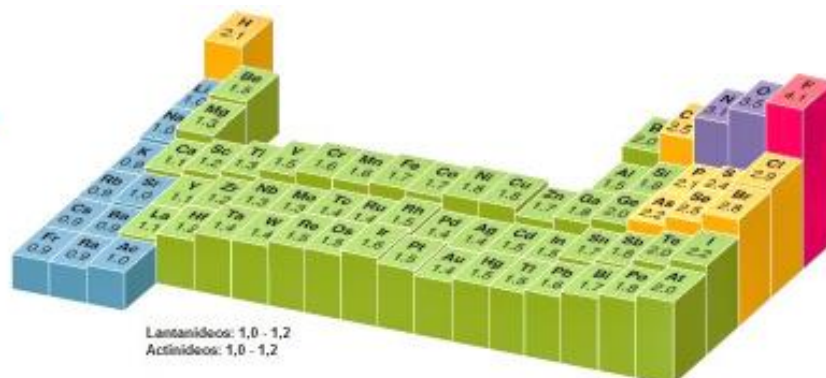
Está relacionada com a sua energia de ionização e afinidade eletrônica, as quais são propriedades de átomos isolados.

A eletronegatividade é muito utilizada para determinar o tipo de ligação química (iônica, covalente polar ou covalente apolar) e, conseqüentemente, a polaridade da ligação.

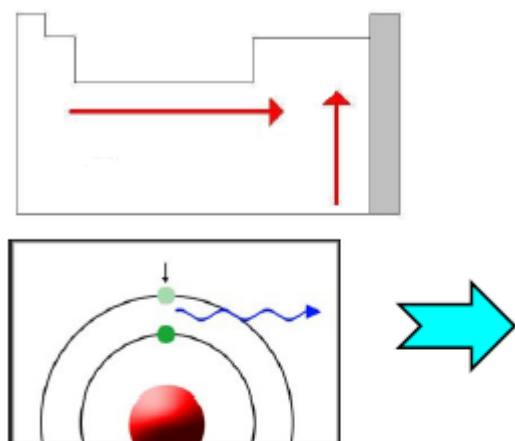
- IÔNICA:** Se a diferença de eletronegatividade é muito grande.
- COVALENTE POLAR:** Há uma diferença de eletronegatividade no compartilhamento dos elétrons.
- COVALENTE APOLAR:** Há uma igualdade de eletronegatividade no compartilhamento dos elétrons.

As estimativas numéricas das eletronegatividades podem ser baseadas em várias propriedades.

A **1ª escala e mais utilizada** foi desenvolvida por Linus Pauling, que fundamentou-a em dados termodinâmicos.



## REPRESENTAÇÃO



## VAMOS APLICAR!

A afinidade eletrônica (AE) do carbono é maior que a do nitrogênio. Na verdade, a do nitrogênio é negativa.

Por quê?

Deve-se considerar as cargas nucleares efetivas ( $Z_{ef}$ ). A  $Z_{ef}$  sobre os elétrons da valência dos átomos neutros é 3,8 para o N e 3,1 para o C.

A  $Z_{ef}$  no íon  $N^{-3}$  é, portanto, muito menor que 3,8 e, por isso, é necessário dar energia para a formação de  $N^{-3}$  e a AE do nitrogênio é menor que a do carbono.

## VOCÊ SABIA?

Essa propriedade é muito menos periódica que a variação do raio e da energia de ionização!

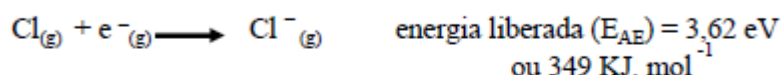
O elemento químico que possui maior afinidade eletrônica é o **Cloro (Cl)**, com o valor de 349 KJ/mol.

## VAMOS PENSAR!

A Afinidade Eletrônica (AE) é a **energia liberada** quando um elétron se liga a um átomo no estado gasoso.

Cada elemento tem uma quantidade de energia liberada específica!

Por exemplo:



A afinidade eletrônica é registrada em elétron-volts ou em joules por mol de átomos.

Além disso, pode ser positiva ou negativa!

POR CONVENÇÃO: De acordo com Atkins (2012).

- AE positiva:** a energia é liberada quando um elétron se liga a um átomo.
- AE negativa:** é necessário fornecer energia para fazer um elétron se ligar a um átomo.

Apesar disso, uma tendência é nítida, com exceção dos gases nobres, que as afinidades eletrônicas são maiores à direita da tabela periódica.

Portanto, os elementos dos grupos 16 e 17 têm afinidades eletrônicas mais altas!

	1	2	13/III	14/IV	15/V	16/VI	17/VII	18/VIII
								He <0
2	Li +60	Be ≤0	B +27	C +122	N -7	O +141 -844	F +328	Ne <0
3	Na +53	Mg ≤0	Al +43	Si +134	P +72	S +200 -532	Cl +349	Ar <0
4	K +48	Ca +2	Ga +29	Ge +116	As +78	Se +195	Br +325	Kr <0
5	Rb +47	Sr +5	In +29	Sn +116	Sb +103	Te +190	I +295	Xe <0
6	Cs +46	Ba +14	Tl +19	Pb +35	Bi +91	Po +174	At +270	Rn <0





## REPRESENTAÇÃO





## VOCÊ SABIA?

O grupo 14, apresenta características peculiares:

O carbono é um não metal. Já, o germânio possui algumas propriedades metálicas. Enquanto que, o estanho e o chumbo são metais!

Quanto mais um elemento demonstra as propriedades físicas e químicas de metais, maior seu caráter metálico!

### QUANTO AOS METAIS:

 REATIVIDADE     NOBREZA

## VAMOS PENSAR!

**ELETROPOSITIVIDADE:** Também conhecida como “caráter metálico” é a propriedade periódica que relaciona a **tendência de perder elétrons**, a qual depende da energia de ionização.

Quanto maior essa tendência → Mais eletropositivo → Maior será o caráter metálico

Isto é, a **eletropositividade** está relacionada aos **metais**!

De tal maneira que, é mais fácil remover um elétron de um átomo maior que de um átomo menor!

Com isso, ao longo de um período o caráter metálico aumenta da direita para esquerda. Já, em um grupo, aumenta de cima para baixo.

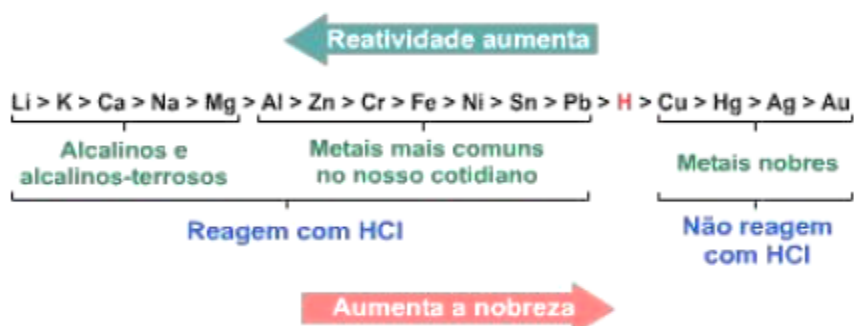
Dai o fato de os elementos mais eletropositivos estarem localizados na parte esquerda inferior da tabela periódica.

## VAMOS APLICAR!

O grau de caráter metálico se manifesta de diversas maneiras:

- Elementos fortemente eletropositivos:** reagem com água e ácidos.
- Elementos fracamente eletropositivos:** não reagem com água e lentamente reagem com ácidos.

### Reatividade dos Metais



## VOCÊ SABIA?

Atualmente, há inúmeras variações da tabela periódica e, dentre elas, está o modelo circular idealizado inicialmente sob a forma espiral elíptica por Chancourtois em 1862, sendo, posteriormente, adaptada em 1949, pelo químico John D. Clark (1907 – 1988) que alocou os lantanídeos e actinídeos, antes sem espaço, para acima do boro.

## ENTENDENDO MAIS

Em 2006, o professor Philip Stewart, da Universidade de Oxford, criou um modelo de Tabela Periódica, no formato espiral chamada de Galáxia Química.

Os elementos são dispostos em uma só espiral, com número atômico crescente formando uma sequência contínua, no qual as características químicas determinadas voltam periodicamente de forma regular.

Stewart tem como intuito, criar uma ligação entre os átomos e as estrelas, estimulando a imaginação dos químicos e expressando, ao mesmo tempo, o alcance astronômico da química.

Nas galáxias reais, o hidrogênio e hélio são os principais componentes e os elementos mais pesados são encontrados em estrelas ou espalhados pela explosão entre poeiras estelares.

## AO INFINITO E ALÉM...

Atualmente, sabe-se que a Tabela apresenta 118 elementos conhecidos, contudo, teria o sistema periódico um fim? Ou seja, **uma limitação**? Não podemos deixar de considerar que, ainda, o nosso limite de amostragem se restringe ao planeta Terra, o que abre uma ampla possibilidade da existência de elementos “extraterrenos” se considerarmos o restante do universo.

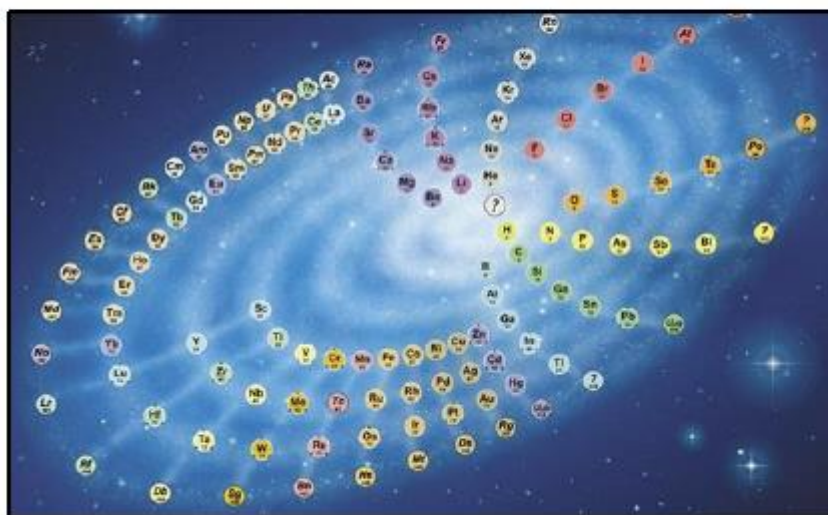
**Da mesma forma que questionamos se há vida lá fora, você já parou para pensar se há diferentes elementos em outros planetas?**

Embora a classificação periódica traga o Hidrogênio (H) como o primeiro elemento ( $Z = 1$ ), será possível que um dia a Tabela seja reorganizada com elementos negativos ou de número atômico zero?

Curiosamente, alguns estudos já trazem especulações dessa realidade, apontando o neutrônio (Nu,  $Z = 0$ ) como sugestão.

## NEUTRÔNIO

Stewart, propõe um novo elemento, no centro, que não faz parte da tabela periódica padrão: o neutrônio, também chamado de “elemento zero”, que tem apenas nêutrons em seu núcleo neutrônio e representado pelo ponto de interrogação por ainda ser alvo de discussões acerca de sua origem. Além disso, é tão pesado que deve existir somente no interior de estrelas de nêutrons.





## PARA REFLETIR!

Teria o sistema periódico  
um fim?



“Nenhuma tabela é, em definitiva, a ‘correta’ ou ‘a melhor’”

“... É a pessoa utilizando a tabela quem realmente determina se satisfaz suas necessidades”.

(G. Jeffery Leigh, “Periodic Tables and IUPAC”, Chemistry International, 2009).

Na literatura, há diferentes sugestões, quanto ao futuro do sistema periódico.

De acordo com Seaborg (2006), o limite seria no elemento 137.

Todavia, segundo Pyykkö (2011), o limite seria no elemento 172.

Em contrapartida, para Greiner (2010), não existe um limite!

## VOCÊ SABIA?

Apesar de o hidrogênio (H) ser o elemento mais abundante do universo (~92%), a sua quantidade na atmosfera terrestre é muito pequena!

**Mas, por quê?**

Porque o campo gravitacional da Terra é bem pequeno para reter um elemento tão leve.

## CADA UM NO SEU QUADRADO!

**Afinal, onde dispor o H e He?**

### □ QUANTO À POSIÇÃO DO HIDROGÊNIO (H):

Embora o hidrogênio (H) seja, habitualmente, apresentado no grupo 1 (Metais Alcalinos), sabe-se que este elemento não é, como esperado, um metal.

Pela tendência de formar cátions (1+), o hidrogênio é disposto no grupo dos Metais Alcalinos.

Geralmente, o hidrogênio compartilha o único elétron da valência para formar moléculas, tais como, H<sub>2</sub>, HCl. Por sua vez, ao receber um elétron, o hidrogênio apresenta uma configuração eletrônica do gás nobre hélio (He).

Além da capacidade que o H tem de formar **hidretos** com o grupo 1!

**Hidretos:** compostos inorgânicos binários (2 elementos químicos) apresentando na sua constituição o hidrogênio, quase sempre, com carga (1-) e sendo o mais eletronegativo.

Em contrapartida, alguns autores preferem retratar o H flutuando na tabela periódica, sem pertencer a qualquer grupo.

### □ QUANTO À POSIÇÃO DO HÉLIO (He):

Diferente dos demais gases nobres do grupo 18, os quais apresentam 8 elétrons na camada de valência, o hélio (He) possui uma configuração atípica (2 elétrons). Mas, por que não considerar este elemento junto ao grupo 2 (Metais Alcalinos Terrosos) já que dispõe de uma configuração eletrônica similar?

A resposta para esta pergunta está na baixa reatividade química desse elemento, graças ao seu pequeno tamanho e energia de ionização muito elevada, dificultando que outros átomos retirem elétrons.

Ainda que os gases nobres tenham o octeto completo (exceto o He), já se sabe que estes podem formar compostos em determinadas condições extremas, como é o caso do XeF<sub>4</sub> (tetrafluoreto de xenônio).

## OBJETIVO

Trazer à luz a participação das mulheres na história da classificação periódica dos elementos. Afinal, Ciência(s) é ‘coisa de menina’ e o lugar de grandes mulheres.

## PRÊMIO NOBEL

Desde a sua criação (1901), o prestigioso Prêmio Nobel laureou, das 148 nomeações de Química, apenas 3 mulheres, sendo que em 1964 uma o recebeu sozinha: a britânica Dorothy Crowfoot Hodgkin (1910-1994) pelos seus estudos sobre determinações por técnicas de raios-X das estruturas de importantes substâncias bioquímicas: penicilina, vitamina B<sub>12</sub> e insulina.



## VAMOS PENSAR!

A atuação das mulheres em atividades preestabelecidas como masculinas é, ainda hoje, uma realidade social assimétrica. Ainda que as mulheres tenham conquistado espaços culturalmente “definidos” como impróprios para o “sexo frágil”, nota-se a cristalização de um preconceito amparado, sobretudo, em narrativas religiosas e ideias que enalteciam o homem em força, intelectualidade e distinção fisiológica e anatômica. O mesmo pode ser facilmente identificado na Filosofia, Artes, Teologia e Ciências, onde os grandes nomes de homens marcam o protagonismo intelectual produtivo.

A desconstrução dos discursos e da hegemonia masculina na ciência passa a ganhar alento em meados do século XX, demonstrando a insustentável visão que a sociedade “possuía” da posição subalterna da mulher.

Embora o papel da mulher na produção científica seja divulgado nos livros e na mídia, percebe-se a discreta pontualidade dessas referências e a limitação da abordagem histórica no ensino. À exemplo disso, as duas mulheres que mais aparecem nos contextos dos livros de química, são: Marie-Anne Paulze Lavoisier, mais citada como mulher de Lavoisier; e, a polonesa Madame Curie.

## PARA REFLETIR!

Atualmente, mulheres e homens têm direitos iguais no mundo?

## O PROTAGONISMO OCULTO

Curiosamente, dos 118 elementos químicos descritos na tabela periódica, somente 5 tiveram o envolvimento de mulheres em suas descobertas, contudo, pouca importância é dada a essa informação.

**Elementos químicos que tiveram em suas descobertas a atuação de mulheres.**

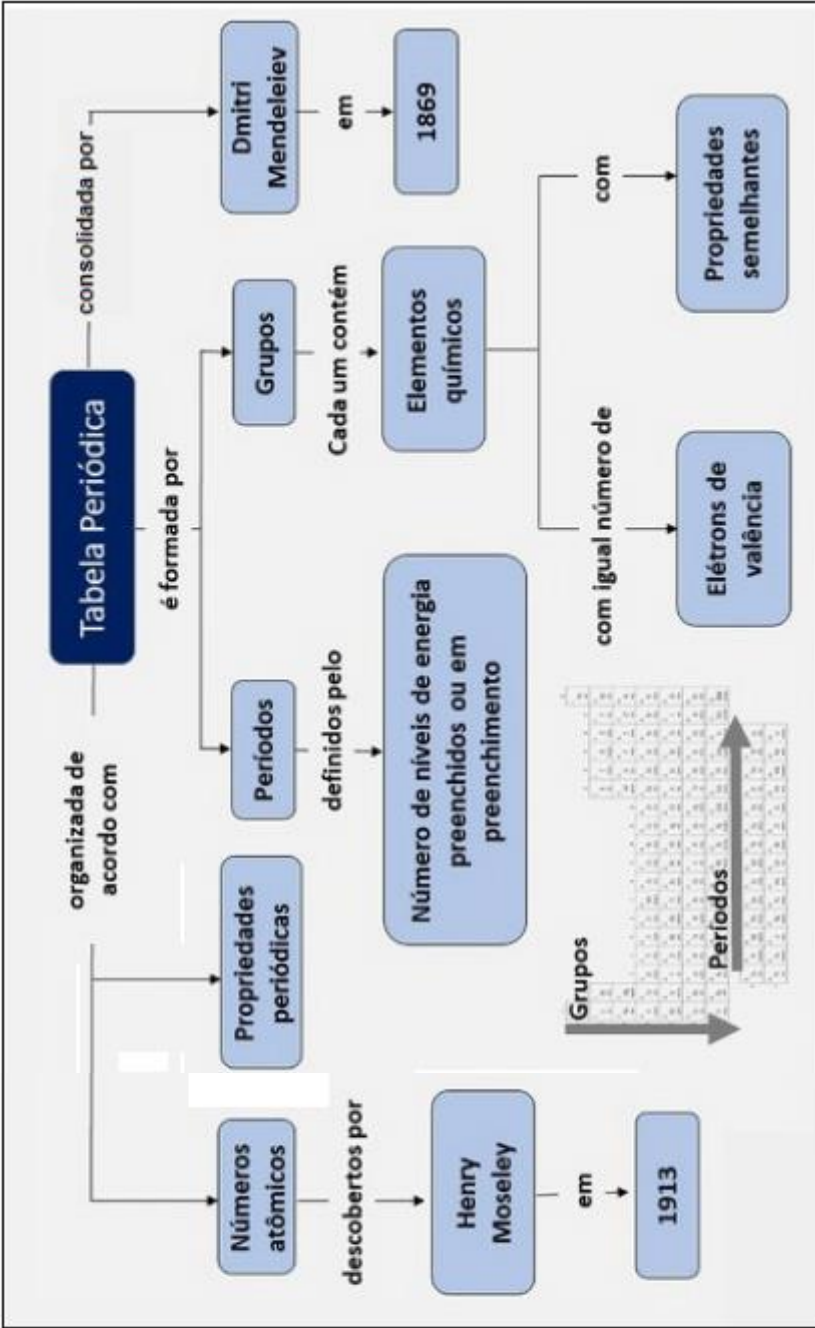
Rênio (Re): Z = 75	Descoberto em 1925 pela química e física alemã Ida Tacke (1896-1978) e pelos químicos alemães Walter Noddack (1893-1960) e Otto Berg (1873-1939).
Polônio (Po): Z = 84	Descoberto em 1898 por Marie Sklodowska Curie (1867-1934).
Frâncio (Fr): Z = 87	Descoberto em 1939 pela física e química francesa Marguerite Catherine Perey (1909-1975).
Rádio (Ra): Z = 88	Descoberto em 1898 pelo casal Curie: Marie Sklodowska Curie e o físico francês Pierre Curie (1859-1906).
Protactínio (Pa): Z = 91	Descoberto em 1918 pela física austríaca Lise Meitner (1878-1968) e pelo químico alemão Otto Hahn (1879-1968).

De todos os elementos da tabela periódica conhecidos até hoje, apenas 1 - Meitnério (Mt) = 109 - teve o seu nome batizado em homenagem a uma mulher: Lise Meitner - por seus trabalhos sobre fissão nuclear. Vale lembrar que, o elemento Cúrio (Cm): Z = 96 foi batizado em homenagem ao casal Curie, o que nos leva a considerar, mesmo que indiretamente, uma alusão à Madame Curie.

**Saiba mais:** Livro: *A ciência é masculina? É, sim senhora!* Attico Chassot. Editora Unisinos (2017).

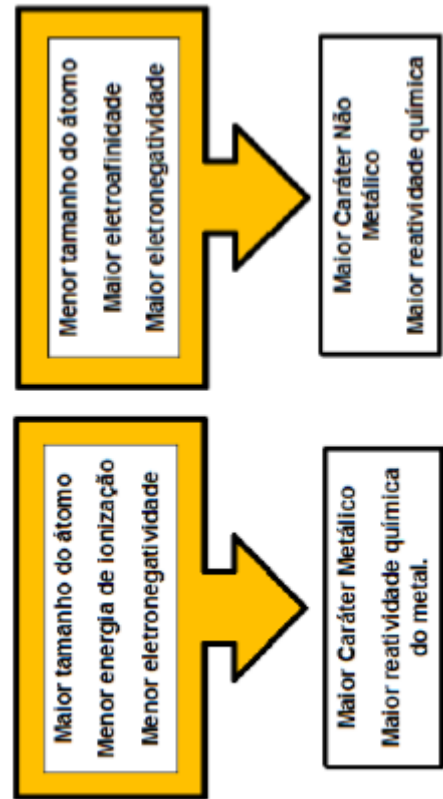
Aprender Química é Fácil !

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa



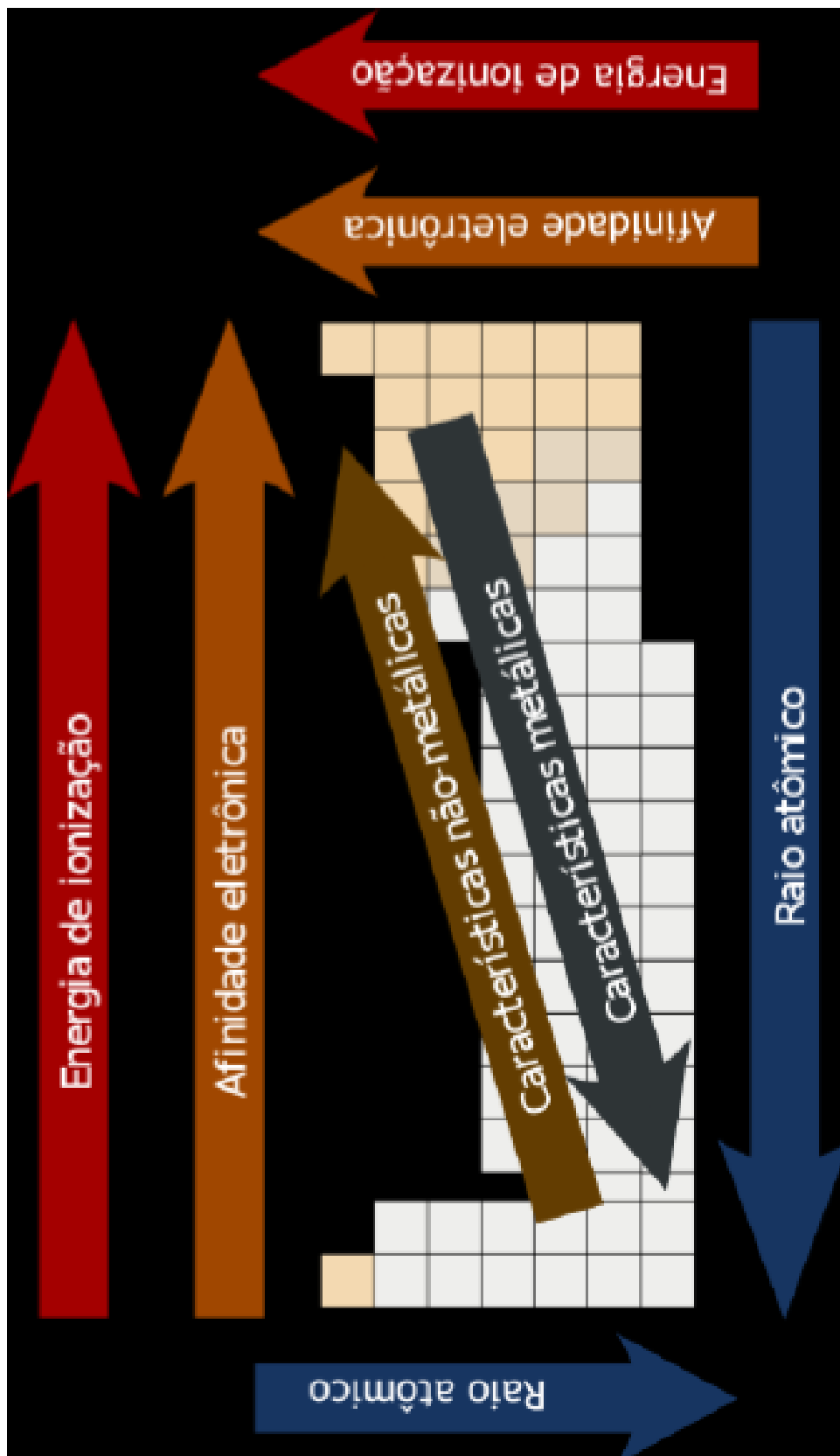
Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/tabela-periodica/>>. Acesso em: 20 mai. 2019. Adaptada.

Níveis	1	2	3	4	5	6	7
Subníveis (s, p, d, f)	1s	2s, 2p	3s, 3p, 3d	4s, 4p, 4d, 4f	5s, 5p, 5d, 5f	6s, 6p, 6d, 6f	7s, 7p, 7d, 7f





As setas indicam o aumento das propriedades periódicas.



Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela\\_periódica/File:Periodic\\_trends\\_-\\_pt\\_edition.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_periódica/File:Periodic_trends_-_pt_edition.svg)>. Acesso em: 20 mai. 2019.

Já pensou em propor uma organização para a classificação periódica? O que acha de tentar?

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key		atomic number		Symbol		Name		Classification																																																																																																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																				
1 H hydrogen 1.008	2 He helium 4.003	3 Li lithium 6.941	4 Be beryllium 9.012	5 B boron 10.811	6 C carbon 12.011	7 N nitrogen 14.007	8 O oxygen 15.999	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180	11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305	13 Al aluminum 26.982	14 Si silicon 28.086	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06	17 Cl chlorine 35.45	18 Ar argon 39.948	19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.88	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.69	29 Cu copper 63.546	30 Zn zinc 65.38	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.63	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.96	35 Br bromine 79.904	36 Kr krypton 83.796	37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.94	43 Tc technetium 98	44 Ru ruthenium 101.07	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.6	53 I iodine 126.91	54 Xe xenon 131.29	55 Cs cesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57 Fr francium [223]	58 Ra radium [226]	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium [145]	62 Sm samarium 150.36	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.96	72 Hf hafnium 178.49	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium [209]	85 At astatine [210]	86 Rn radon [222]	87 Fr francium [223]	88 Ra radium [226]	89 Ac actinium [227]	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium [237]	94 Pu plutonium [244]	95 Am americium [243]	96 Cm curium [247]	97 Bk berkelium [247]	98 Cf californium [251]	99 Es einsteinium [252]	100 Fm fermium [257]	101 Md mendelevium [258]	102 No nobelium [259]	103 Lr lawrencium [260]	104 Rf rutherfordium [261]	105 Db dubnium [262]	106 Sg seaborgium [263]	107 Bh bohrium [264]	108 Hs hassium [265]	109 Mt meitnerium [266]	110 Ds darmstadtium [267]	111 Rg roentgenium [268]	112 Cn copernicium [269]	113 Nh nihonium [270]	114 Fl flerovium [271]	115 Mc moscovium [272]	116 Lv livermorium [273]	117 Ts tennessine [274]	118 Og oganesson [274]

For notes and updates to this table, see [www.iupac.org](http://www.iupac.org). This version is dated 28 November 2016. Copyright © 2016 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

2019: Ano Internacional da Tabela Periódica

A construção da tabela periódica teve a participação de diversos estudiosos, ao longo da história.







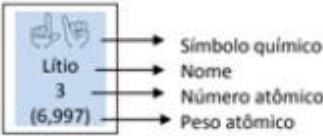


































O mérito de Mendeleiev, é devido à sua audácia e genialidade!

















































































*Aprender Química é Fácil!*

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

**Já pensou em uma tabela periódica em Libras?**

						
 <b>Hidrogênio</b> 1						
 <b>Lítio</b> 3	 <b>Berílio</b> 4					
 <b>Sódio</b> 11	 <b>Magnésio</b> 12					
						
 <b>Potássio</b> 19	 <b>Cálcio</b> 20	 <b>Escândio</b> 21	 <b>Titânio</b> 22	 <b>Vanádio</b> 23	 <b>Cromo</b> 24	 <b>Manganês</b> 25
 <b>Rubídio</b> 37	 <b>Estrôncio</b> 38	 <b>Ítrio</b> 39	 <b>Zircônio</b> 40	 <b>Nióbio</b> 41	 <b>Molibdênio</b> 42	 <b>Tecnésio</b> 43
 <b>Césio</b> 55	 <b>Bário</b> 56	<b>Série dos Lantanídeos</b> 57-71	 <b>Háfnio</b> 72	 <b>Tantálio</b> 73	 <b>Tungstênio</b> 74	 <b>Rênio</b> 75
 <b>Frâncio</b> 87	 <b>Rádio</b> 88	<b>Série dos Actinídeos</b> 89-103	 <b>Rutherfordio</b> 104	 <b>Dúbnio</b> 105	 <b>Seabórgio</b> 106	 <b>Bóhrio</b> 107
			 <b>Lantânio</b> 57	 <b>Cério</b> 58	 <b>Praseodímio</b> 59	 <b>Neodímio</b> 60
			 <b>Actínio</b> 89	 <b>Tório</b> 90	 <b>Protactínio</b> 91	 <b>Urânio</b> 92

										 <b>Hélio</b> 2					
										 <b>Boro</b> 5	 <b>Carbono</b> 6	 <b>Nitrogênio</b> 7	 <b>Oxigênio</b> 8	 <b>Fluór</b> 9	 <b>Neônio</b> 10
										 <b>Alumínio</b> 13	 <b>Silício</b> 14	 <b>Fósforo</b> 15	 <b>Enxofre</b> 16	 <b>Cloro</b> 17	 <b>Argônio</b> 18
 <b>Ferro</b> 26	 <b>Cobalto</b> 27	 <b>Níquel</b> 28	 <b>Cobre</b> 29	 <b>Zinco</b> 30	 <b>Gálio</b> 31	 <b>Germânio</b> 32	 <b>Arsênio</b> 33	 <b>Selênio</b> 34	 <b>Bromo</b> 35	 <b>Criptônio</b> 36					
 <b>Rutênio</b> 44	 <b>Ródio</b> 45	 <b>Paládio</b> 46	 <b>Prata</b> 47	 <b>Cádmio</b> 48	 <b>Índio</b> 49	 <b>Estanho</b> 50	 <b>Antimônio</b> 51	 <b>Telúrio</b> 52	 <b>Iodo</b> 53	 <b>Xenônio</b> 54					
 <b>Ósmio</b> 76	 <b>Iridio</b> 77	 <b>Platina</b> 78	 <b>Ouro</b> 79	 <b>Mercurio</b> 80	 <b>Tálio</b> 81	 <b>Chumbo</b> 82	 <b>Bismuto</b> 83	 <b>Polônio</b> 84	 <b>Astato</b> 85	 <b>Radônio</b> 86					
 <b>Hássio</b> 108	 <b>Meitnório</b> 109	 <b>Ununflúio</b> 110	 <b>Ununbúio</b> 111	 <b>Ununúrio</b> 112	 <b>Ununquáudio</b> 113	 <b>Ununpêntio</b> 114	 <b>Ununhêxio</b> 115	 <b>Ununseptio</b> 116	 <b>Ununoctio</b> 117						
 <b>Promécio</b> 61	 <b>Samário</b> 62	 <b>Európio</b> 63	 <b>Gadolinio</b> 64	 <b>Térbio</b> 65	 <b>Disprósio</b> 66	 <b>Hólmio</b> 67	 <b>Érbio</b> 68	 <b>Túlio</b> 69	 <b>Ítérbio</b> 70	 <b>Lutécio</b> 71					
 <b>Netúnio</b> 93	 <b>Plutônio</b> 94	 <b>Americio</b> 95	 <b>Cúrio</b> 96	 <b>Berquólio</b> 97	 <b>Califórnio</b> 98	 <b>Einstânio</b> 99	 <b>Férmio</b> 100	 <b>Mendelóvio</b> 101	 <b>Nobólio</b> 102	 <b>Laurêncio</b> 103					

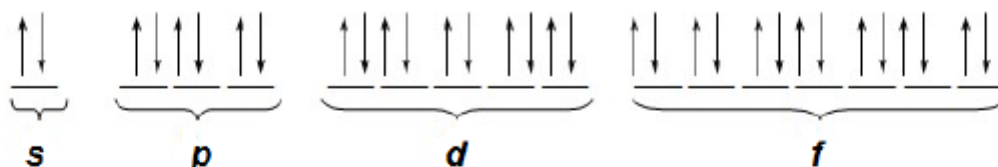
Aprender Química é Fácil !

Autoria: Mayana Ferreira da Cunha e Thiago H. B. Corrêa

- ❑ **Número Quântico Principal (n):** também conhecido como nível energético são representados pelos números inteiros correspondentes às camadas K, L, M, N, O, P, Q.
- ❑ **Número Quântico Azimutal(l):** é comumente conhecido como subnível energético e representado por (*s, p, d, f*), respectivamente, *s* (Sharp), *p* (Principal), *d* (diffuse) e *f* (fundamental).

**Observação:** Os subníveis energéticos são formados por orbitais, que comportam 2 elétrons com spins opostos segundo o Princípio da exclusão de Pauli.

- ❑ **Número Quântico Magnético(m):** o número quântico magnético é útil para identificação dos orbitais. Onde o orbital da direita tem valor (+) e os da esquerda valor (-). Por exemplo, utilizando o subnível f que possui um maior número de orbitais, temos:



$s^2 = 1$  orbital e 2 spins

$d^{10} = 5$  orbitais e 10 spins

$p^6 = 3$  orbitais e 6 spins

$f^{14} = 7$  orbitais e 14 spins

- ❑ **Número Quântico de Spin (Ms):** são representações em forma de seta dos elétrons distribuídos nos orbitais. O valor dos de cada spin é:

↑ Para cima é positivo  $M_s = +\frac{1}{2}$  (meio) e ↓ Para baixo é negativo e  $M_s = -\frac{1}{2}$  (meio)



Camadas	Nº de e <sup>-</sup>	Níveis	Subníveis
K	2	1	1s <sup>2</sup>
L	8	2	2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>
M	18	3	3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup>
N	32	4	4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup>
O	32	5	5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 5d <sup>10</sup> 4f <sup>14</sup>
P	18	6	6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 6d <sup>10</sup>
Q	8	7	7s <sup>2</sup> 7p <sup>6</sup>

<https://www.infoescola.com/subníveis-de-energia>. Acesso em: 14 jun. 2019.

*“Uma tabela periódica ótima é aquela que representa a periodicidade química da melhor maneira possível, mesmo que essa tabela possa não ter sido descoberta ainda” (SCERRI, 2007).*



*“A tabela periódica teve algumas reformulações interessantes...” (SCERRI, 2012, p.16)*



ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed., Porto Alegre: Bookman, 2012. 1048 p.

BERBAUM, L. C. M; MALDANER, O. A. Estratégias de ensino do conteúdo tabela periódica e sua relação com a aprendizagem conceitual em aulas de química. In: XVII JORNADA DE EXTENSÃO, 2016. **Anais...** Ijuí: Unijuí, 2016. p. 1-5.

BORSCHIVER, S.; TAVARES, A.; VERLY, N. A tabela periódica circular, núcleo de estudos industriais e tecnológicos. **Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos - NEITEC - UFRJ**, Rio de Janeiro, jan. 2018. Disponível em: <<http://neitec.com/o-nucleo/>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

BROWN, T L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 987 p.

CABRAL, A. F. **Classificação natural dos elementos**. Pelotas: Escola de Agronomia Eliseu Maciel (UFPel), p. 4, 1951.

CHAGAS, C. S.; CORRÊA, T. H. B. As contribuições científicas de José Bonifácio e a descoberta do lítio: um caminhar pela história da ciência. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 1, p. 1-12, jan/abr. 2017.

CHASSOT, A. **A ciência é masculina? É, sim senhora!** 8. ed., São Leopoldo: Unisinos, 2017. 152 p.

\_\_\_\_\_. **Para que (m) é útil o ensino?** 4. ed., Ijuí: Unijuí, 2018. 189 p.

**Galáxia Química**. Disponível em: <<http://www.chemicalgalaxy.co.uk>>. Acesso em: 18 abr. 2019

GREENBERG, A. **Uma breve história da química: da alquimia às ciencias moleculares modernas**. 5. ed., São Paulo: Blucher, 2009. 400 p.

GREINER, J. T. **Extended elements: new periodic table**. Royal Society of Chemistry, London, 2010.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. **Química geral e reações químicas**. 6. ed., v. 1, São Paulo: Cengage Learning, 2012. 708 p.

LAVOISIER, A. L. **Traité Élémentaire de Chimie** (réimpression de l'edition originale, 1789). Édition Jaques Gabay, Paris, 1992.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. 5. ed., São Paulo: Blucher, 2011.

MAAR, J. H.; LENARDÃO, E. J. A contribuição brasileira de Alcindo Flores Cabral à classificação periódica dos elementos. *Scientiae Studia*, v. 10, n. 4, p. 773-798, 2012.

PEIXOTO, E. M. A. Elemento químico – hidrogênio e hélio. *Revista Química Nova na Escola*, n. 1, mai. 1995.

\_\_\_\_\_. Elemento químico – oxigênio. *Revista Química Nova na Escola*, n. 7, mai. 1998.

\_\_\_\_\_. Elemento químico – enxofre. *Revista Química Nova na Escola*, n. 16, nov. 2002.

PYYKKÖ, P. A suggested periodic table up to  $Z \leq 172$ , based on Dirac–Fock calculations on atoms and ions. *Physical Chemistry Chemical Physics*, v. 13, n. 1, p. 161-168, 2011.

RODGERS, G. E. *Descriptive inorganic, coordination and solid-state chemistry*. 3. ed., Cengage Learning, 2011. 656 p.

RUSSELL, J. B. *Química geral*. 2. ed., v. 1, São Paulo: Pearson, 2012. 822 p.

SEABORG, G. T. *Transuranium element*. Encyclopedia Britannica, 2006.

SCERRI, E. R. *The periodic table: its story and its significance*. UK: Oxford University Press, 2007. 368 p.

\_\_\_\_\_. Trouble in the periodic table. *Education In Chemistry*, v. 49, p. 13-17, jan. 2012.

SILVA, F. F.; RIBEIRO, P. R. C. A participação das mulheres na ciência: problematizações sobre as diferenças de gênero. *Revista Labrys Estudos Feministas*, n. 10, jul./dez. 2011.

SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W. *Química inorgânica*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 847 p.

TARGINO, A.R.L; BALDINATO, J.O. A Tabela Periódica de Mendeleev no Ensino de Química. In: 15º SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 2016, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 2016. p. 1-16.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Revista Química Nova*, v. 20, n. 1, p. 103-117, fev. 1997.