



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**



**EDSON DA SILVA MODESTO**

**SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM BASEADA NA HISTÓRIA DA  
QUÍMICA PARA O ENSINO DE TABELA PERIÓDICA NO ENSINO MÉDIO**

**RECIFE**  
**2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**EDSON DA SILVA MODESTO**

**SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM BASEADA NA HISTÓRIA DA  
QUÍMICA PARA O ENSINO DE TABELA PERIÓDICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de dissertação apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química pelo Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional.  
Orientador: Prof. Dr. Lucas dos Santos Fernandes

**RECIFE**  
**2024**

**EDSON DA SILVA MODESTO**

**SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM BASEADA NA HISTÓRIA DA  
QUÍMICA PARA O ENSINO DE TABELA PERIÓDICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de dissertação  
apresentado à Universidade Federal  
Rural de Pernambuco – UFRPE,  
como requisito parcial para obtenção  
do título de Mestre em Química pelo  
Mestrado Profissional em Química  
em Rede Nacional.

**Orientador:** Prof. Dr. Lucas dos  
Santos Fernandes

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

**Prof. Dr. Lucas dos Santos Fernandes – Orientador.**  
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ivoneide Lopes de Carvalho Barros – Membro interno.**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Georgianna Silva dos Santos – Membro externo.**  
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

M691s MODESTO, EDSON DA SILVA.  
SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM BASEADA NA HISTÓRIA  
DA QUÍMICA PARA O ENSINO DE TABELA PERIÓDICA NO ENSINO  
MÉDIO / EDSON DA SILVA MODESTO. — Recife, 2025.

52 f.; il.

Orientador(a): LUCAS DOS SANTOS FERNANDES.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, BR-PE,  
2023.

Inclui referências e anexo(s).

1. Tabela periódica dos elementos químicos. 2. Elementos químicos. 3.  
Química (Ensino médio). 4. Química - História 5. Ensino e aprendizagem. I.  
Fernandes, Lucas dos Santos, orient. II. Título

CDD 540

*À meu Deus que me presenteou com  
uma família cheia de amor, carinho e  
paciência que me permitiram chegar  
até aqui.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força e a ousadia pra chegar tão longe. Toda honra e glória seja dada a Ele.

À minha esposa Edlânia, que se manteve firme quando as forças me faltaram, por ter sido abrigo em meio as minhas tempestades e por me acolher sempre de braços abertos quando eu mais precisava. Essa conquista é nossa!

Aos meus filhos, Edla Nicolli, Ellida Lis e Érculles, que mesmo sem saber, me mantiveram persistente, pois cada abraço e beijo espontâneo me mantiveram de pé.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Lucas dos Santos Fernandes, pela escuta, paciência generosa e orientação firme. Seu nome deixou marcas importantes na minha trajetória acadêmica e pessoal.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ivoneide Lopes de Carvalho Barros, por ter sido luz em todo esse caminho. Sua generosidade é inesquecível!

Aos colegas do PROFQUI, pelo espírito de coletividade, partilha e apoio mútuo ao longo dessa caminhada.

Aos meus queridos alunos que torceram com alegria genuína e fizeram parte de cada etapa deste trabalho com entusiasmo e respeito.

Agradeço à Escola Vitalina Maria de Jesus, por acreditar no meu trabalho e ao colégio Integração pelo carinho, confiança e acolhimento constante.

A todos os professores do Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI) da UFRPE pela dedicação e inspiração.

Agradeço ainda a todos os familiares e amigo que direta ou indiretamente acreditaram e acreditam que eu posso ir mais longe.

E a todos os familiares e amigos que, de diferentes formas, continuam acreditando que eu posso ir além — minha gratidão mais sincera.

## RESUMO

A história da tabela periódica (TP) é permeada por inúmeras narrativas anedóticas, dessa forma, sempre que possível, recomenda-se utilizar relatos que apresentem evidências e escritos por profissionais da História da Ciência. O presente estudo tem como objetivo geral avaliar a aplicação de uma sequência de ensino-aprendizagem (SEA) baseada na História da Química para o ensino de tabela periódica no Ensino Médio. A fundamentação teórica abordou a trajetória histórica de dois conceitos relacionados: elemento químico e tabela periódica, desde o surgimento até a atualidade. O conceito de elemento químico surgiu de forma filosófica entre os pensadores gregos pré-socráticos. Na idade Média, Boyle definiu elemento químico como substância simples. Essa definição foi incorporada por grandes personagens que contribuíram para o desenvolvimento da Química, tais como: Lavoisier, Berzelius e Dalton. Na segunda metade do século XIX, Mendeleev apresentou uma definição mais abstrata para esse conceito e o distinguiu das substâncias simples. Posteriormente, os estudos do núcleo atômico realizados por Moseley culminaram na adoção de um novo conceito de elemento químico baseado no número de prótons no núcleo. Atualmente a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) apresenta uma concepção dual para o termo elemento químico: 1. substância simples; 2. Espécie de átomos com mesmo número atômico. Por sua vez, a TP foi desenvolvida a partir das contribuições de diversos cientistas desde o século XIX. O estabelecimento de tríades de elementos químicos foi o passo inicial para o desenvolvimento do sistema periódico que surgiu de forma matura na segunda metade do século a partir dos trabalhos de Meyer e de Mendeleev. Após as versões do químico russo, a TP passou por inúmeras transformações e acréscimos que culminaram com a versão atual disponibilizada pela IUPAC. Este estudo corresponde a uma pesquisa qualitativa do tipo interventiva de aplicação. Foi aplicada uma SEA para abordar os objetos de conhecimento referentes à TP em uma amostra de seis estudantes da 2ª Série do Ensino Médio de uma escola pública do interior de Pernambuco. A SEA foi aplicada em cinco aulas de 50 minutos. Os dados referentes à aplicação da SEA foram coletados a partir de um questionário, resolução de um problema e um *quiz* digital. Os resultados do questionário de concepções prévias apontam que os sujeitos de pesquisa desconhecem a história da TP e os critérios para a organização dos elementos químicos. As soluções para o problema sugerem que nem todos os estudantes conseguem organizar os elementos em grupos com base em suas propriedades. Os resultados do *quiz* mostraram que os alunos se beneficiaram da SEA, pois obtiveram pontuação elevada. Por fim, espera-se que a SEA elaborada seja aplicada, com ou sem modificações em outros contextos educacionais brasileiros e que os estudantes também se beneficiem dessa estratégia didática.

**Palavras-Chave:** Tabela Periódica; Elemento Químico; Ensino de Química; História da Química; Sequência de Ensino-Aprendizagem.

## ABSTRACT

The history of the periodic table (PT) is permeated by numerous anecdotal narratives, therefore, whenever possible, it is recommended to use reports that present evidence and written by professionals in the History of Science. The present study has the general objective of evaluating the application of a teaching-learning sequence based on the History of Chemistry for teaching the periodic table in high school. The theoretical basis addressed the historical trajectory of two related concepts: chemical element and periodic table, from their emergence to the present day. The concept of chemical element emerged philosophically among pre-Socratic Greek thinkers. In the Middle Ages, Boyle defined a chemical element as a simple substance. This definition was incorporated by great figures who contributed to the development of Chemistry, such as Lavoisier, Berzelius and Dalton. In the second half of the 19th century, Mendeleev presented a more abstract definition for this concept and distinguished it from simple substances. Later, studies of the atomic nucleus carried out by Moseley culminated in the adoption of a new concept of chemical element based on the number of protons in the nucleus. Currently, the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) presents a dual concept for the term chemical element: 1. simple substance; 2. species of atoms with the same atomic number. In turn, the TP was developed based on the contributions of several scientists since the 19th century. The establishment of triads of chemical elements was the initial step towards the development of the periodic system, which emerged in a mature form in the second half of the century based on the work of Meyer and Mendeleev. After the versions of the Russian chemist, the TP underwent numerous transformations and additions that culminated in the current version made available by the IUPAC. This study corresponds to a qualitative research of the interventional application type. A SEA was applied to address the objects of knowledge related to the TP in a sample of six students from the 2nd year of high school at a public school in the interior of Pernambuco. The SEA was applied in five 50-minute classes. Data on the application of SEA were collected through a questionnaire, problem-solving, and a digital quiz. The results of the preconceptions questionnaire indicate that the research subjects are unaware of the history of TP and the criteria for organizing chemical elements. The solutions to the problem suggest that not all students are able to organize elements into groups based on their properties. The results of the quiz showed that students benefited from SEA, as they obtained high scores. Finally, it is expected that the developed SEA will be applied, with or without modifications, in other Brazilian educational contexts and that students will also benefit from this teaching strategy.

**Keywords:** Chemical Element; Teaching of Chemistry; History of Chemistry; Periodic Table.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>9</b>
2.1 ELEMENTO QUÍMICO: DOS GREGOS À IUPAC.....	9
2.1.1 Os Gregos.....	9
2.1.2 Boyle, Lavoisier e Dalton.....	11
2.1.3 Mendeleev.....	13
2.1.4 Moseley e IUPAC.....	14
2.2 TABELA PERIÓDICA: DAS TRÍADES À VERSÃO ATUAL.....	15
2.2.1 As Tríades.....	15
2.2.2 Entre as Tríades e a primeira TP, um Congresso.....	17
2.2.3 O Parafuso Telúrico.....	18
2.2.4 Newlands e a Lei das Oitavas.....	20
2.2.5 Odling e as Relações Matemáticas.....	21
2.2.6 Hinrichs e sua TP no formato Radial.....	22
2.2.7 Meyer e a TP Perdida.....	23
2.2.8 Mendeleev e sua versão da TP.....	25
2.2.9 Modificações Após Mendeleev e versão Atual da TP.....	28
2.3 O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA.....	31
2.3.1 A Contextualização Histórica da TP no Ensino de Química.....	31
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
3.1 LOCAL E SUJEITOS DE PESQUISA.....	33
3.2 ELABORAÇÃO DA SEA.....	35
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	36
3.4 ANÁLISE DE DADOS.....	39
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
4.1 RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS.....	40
4.2 RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	44
4.3 RESPOSTAS AO QUIZ.....	45
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL – EBOOK.....</b>	<b>52</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A história da TP é permeada por inúmeras narrativas curiosas, dessa forma, sempre que possível, recomenda-se utilizar relatos que apresentem evidências e escritos por profissionais da História da Ciência. As narrativas anedóticas mais recentes advêm do livro de divulgação científica “O Sonho de Mendeleiev: A Verdadeira História da Química”, traduzido no Brasil em 2002 (Strathern, 2002). Essa obra afirma que o professor universitário de Química Dmitri Mendeleev (1834-1907) elaborou a sua primeira versão da TP após um sonho. Outro livro, “A História da Química”, editado no Brasil em 2019, apresenta a seguinte narrativa sobre a TP produzida pelo químico russo:

Ele [Mendeleev] se dedicou ao trabalho de escrever o nome de cada um dos sessenta elementos conhecidos na época em cartões, juntamente com o peso atômico e características. Conta a tradição que, quando jogava paciência, ocorreu-lhe que poderia organizar seus cartões com elementos em ordem ascendente de peso atômico para ver se surgia um padrão. Mendeleev passou horas e horas rearrumando os cartões. Ele viu que havia alguma importância em colocá-los na ordem de peso atômico – tipos semelhantes de propriedades apareciam repetidamente em sequência – mas, não conseguiu perceber o padrão completo. Finalmente, deixou-os de lado e foi dormir. A resposta lhe veio enquanto dormia, e ao acordar só precisou escrevê-la (Rooney, 2019, p. 127).

Esse relato não é amparado por qualquer evidência e já foi refutado por especialistas na história da TP (Gordin, 2019; Scerri, 2020). Ainda assim, narrativas semelhantes ainda aparecem em livros didáticos, são compartilhadas nas redes sociais e podem chegar às salas de aula.

Durante as aulas de Química percebemos as dificuldades que muitos estudantes encontram ao se depararem com o estudo de conceitos e teorias. Não raro, os docentes são questionados sobre a real necessidade de aprender um determinado objeto de conhecimento. Nessa ocasião, cabe aos docentes propor estratégias didáticas que possam dar significado ao que os discentes estão estudando. Nesse sentido, abordagens de ensino baseadas na História e Filosofia da Ciência (HFC) podem proporcionar aos estudantes um contexto histórico no qual os conceitos e teorias científicas possam fazer sentido.

A ausência de um contexto histórico em relação aos objetos de conhecimento da Química, pode desmotivar os estudantes, considerando que muitos conceitos químicos são abstratos: átomo, íon, elétron, etc.

Consideramos importante que o ensino de Química possa instruir os estudantes em relação à construção do conhecimento científico. Segundo Matthews (1995, p. 165), a HFC não tem todas as respostas para a crise das aprendizagens sobre as Ciências, mas pode contribuir para minimizá-la, pois:

[...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.

Pelo visto, a HFC pode contribuir de várias formas para enfrentar a crise associada ao ensino e à aprendizagem de Ciências nos mais diversos níveis de escolaridade.

O ensino sobre a tabela periódica (TP) é um marco no ensino de Química, pois esse objeto de conhecimento “[...] é de suma importância para a compreensão de vários conceitos químicos” (Ferreira; Correa; Dutra, 2016, p. 349). Entre esses conceitos, pode-se mencionar: valência, ligação química, número atômico, elemento químico, etc.

Sobre os aspectos didáticos relacionados à TP, Ferreira, Correa e Dutra (2016, p. 350) afirmam que:

Em geral, os professores encontram dificuldades em ensinar a TP a seus alunos e estratégias de ensino são desenvolvidas para a construção do aprendizado. Nestes casos, as estratégias têm por objetivo alcançar melhores resultados do que aqueles obtidos com a abordagem tradicional no ensino da TP, que frequentemente apela para técnicas de memorização sobre a variação de propriedades periódicas, como a densidade, raio atômico, eletronegatividade, etc. O fracasso desta forma de abordagem nem sempre é reconhecido por professores que, atuando como detentores do conhecimento, relatam a falta de interesse dos alunos sobre um importante feito histórico e que representa uma grande realização da humanidade.

Tendo em vista essas dificuldades, consideramos importante que os professores utilizem a HFC como uma alternativa para o ensino da TP, visando superar concepções inadequadas em relação ao seu surgimento e desenvolvimento.

O livro didático de Química geralmente apresenta alguns dados históricos na abordagem de alguns objetos de conhecimento. Segundo Vidal e Porto (2012), o capítulo sobre TP é um dos que trazem mais informações históricas. No entanto:

De forma geral, a história presente nos LD não contribui para compreensão dos fatores que propiciaram o desenvolvimento da lei periódica, o que permitiria uma visão mais crítica da ciência química como um empreendimento humano de caráter histórico e contextual. Acreditamos que isso possa contribuir positivamente com os processos de ensino e de aprendizagem, possibilitando uma concepção adequada sobre a Química como sendo fruto do desenvolvimento humano que influencia e é influenciado pelo contexto histórico da época em que os conhecimentos científicos foram produzidos (Targino; Baldinato, 2016, p. 332).

Dessa forma, precisamos avançar em relação à qualidade das narrativas históricas nos livros didáticos de Química sobre a TP para que esse recurso didático possa contribuir para o ensino e para a aprendizagem considerando elementos da HFC.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, não cita a TP, mas orienta em relação ao uso da HFC no ensino das Ciências da Natureza e suas Tecnologias:

[...] a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (BNCC, p. 550).

Tendo em vista a importância do desenvolvimento histórico da TP para a compreensão de diferentes conceitos da química, este trabalho tem como Questão de Pesquisa: *Uma sequência de ensino-aprendizagem baseada na História da Química pode contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem sobre tabela periódica no Ensino Médio?* Para responder a essa questão de pesquisa, foram delineados os objetivos a seguir.

Objetivo Geral:

Avaliar a aplicação de uma sequência de ensino-aprendizagem baseada na História da Química para o ensino de tabela periódica no Ensino Médio.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver e aplicar uma sequência de ensino-aprendizagem baseada na História da Química para o ensino de tabela periódica no Ensino Médio;
- Analisar as possíveis contribuições de uma sequência de ensino-aprendizagem baseada na História da Química sobre Tabela Periódica para a aprendizagem de estudantes do Ensino Médio.
- Elaborar um *e-book* sobre a história da tabela periódica para estudantes do Ensino Médio.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo iremos abordar a trajetória histórica de dois conceitos relacionados: elemento químico e tabela periódica.

### 2.1 ELEMENTO QUÍMICO: DOS GREGOS À IUPAC

Será discutida a seguir uma espécie de linha do tempo sobre o conceito de elemento da Grécia pré-socrática ao conceito de elemento químico proposto pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) atualmente.

#### 2.1.1 Os Gregos

As primeiras noções sobre elemento, enquanto princípio formador da matéria, viram dos filósofos gregos pré-socráticos. Inicialmente, Tales de Mileto acreditava que a água seria o elemento. Seu discípulo, Anaximandro, defendia o 'apeiron' como o elemento formador matéria. Esse princípio seria um fluido invisível. Já Anaxímenes propôs o ar como elemento constituinte de toda a matéria, pois estaria presente, em maior ou menor medida, em todos os corpos. Heráclito sugeriu o fogo como elemento formador da matéria, pois estaria envolvido nas transformações dos corpos. Essas concepções monistas foram propostas para explicar teoricamente as transformações da matéria observadas pelos filósofos gregos naquele período histórico (Oki, 2002).

Empédocles, numa concepção mais pluralista, propôs a existência de quatro elementos formadores da matéria: terra, ar, fogo e água. Esses elementos uniam-se pelo amor ou amizade e separados pelo ódio ou pela discórdia. Essa é uma visão antropomórfica do conceito moderno de ligação química. Valorizando a sugestão de Empédocles, Aristóteles amplia a teoria e atribui a cada elemento duas qualidades: quente, seco, frio e úmido. Nesse contexto, ao remover uma ou mais qualidades, poder-se-ia transformar um elemento em outro. Essa concepção de mudança teria inspirado os alquimistas em suas ideias de transformação da matéria, sobretudo em relação à transmutação: transformação de um elemento em outro (Oki, 2002).

Aristóteles ainda sugeriu a existência de um elemento incorruptível que formava a matéria do mundo supralunar, ou seja, além da lua. Esse elemento foi chamado de éter ou quintessência. Para Aristóteles, o mundo supralunar seria perfeito, formado e

totalmente preenchido pelo éter. A teoria aristotélica foi amplamente comentada e foi utilizada até o final da Idade Média, após ser assimilada pela Igreja católica.

Alguns filósofos gregos acreditavam numa concepção atomista da matéria, isto é, seria formada por pequenas partículas indivisíveis (átomos). Os filósofos Leucipo, Demócrito e Epicuro, foram os principais defensores do atomismo (Maar, 2019). Nessa perspectiva, a matéria seria constituída por átomos que variavam em forma, tamanho e massa. Na esteira atomista, Platão, influenciado por princípios matemáticos pitagoreanos, foi além e propôs formas geométricas para os elementos (Figura 1). O Quadro 1 apresenta a relação entre os sólidos platônicos e os elementos:

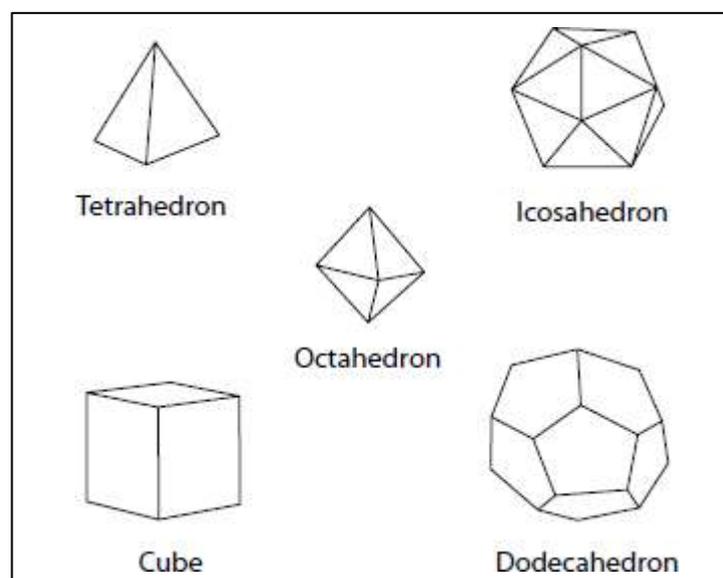
**Quadro 1** – Associação entre os sólidos platônicos e os elementos.

Sólido	Elemento
Icosaedro	Água
Cubo	Terra
Octaedro	Ar
Tetraedro	Fogo
dodecaedro	Éter ou Quintessência

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 1 traz as imagens dos sólidos platônicos:

**Figura 1** – Sólidos platônicos.



Fonte: Scerri (2020, p. 4).

A teoria dos sólidos associados aos elementos proposta por Platão não foi assimilada pelos filósofos da época, incluindo o seu discípulo Aristóteles. É atribuído a Platão o uso do termo elemento pela primeira vez (Maar, 2019).

A associação entre o conceito de elemento e átomo pelos filósofos gregos não foi profícua. Em geral, o conceito de átomo não foi compartilhado por muitos filósofos naturais e o que prevaleceu foi a teoria dos elementos propagada por Aristóteles.

### 2.1.2 Boyle, Lavoisier e Dalton

Nos primórdios da Química, o inglês Robert Boyle (1627-1691) destacou-se por empregar princípios corpuscularistas e mecanicistas para explicar as transformações químicas. Em sua obra “O Químico Cético”, publicada em 1661, ele escreveu a seguinte definição de elemento químico:

Chamo agora elementos certos corpos primitivos e simples, perfeitamente puros de qualquer mistura, que não são constituídos por nenhum outro corpo, ou uns pelos outros, que são os ingredientes a partir dos quais todos os corpos que chamamos misturas perfeitas são compostos de modo imediato, e nos quais estes últimos podem ser finalmente resolvidos (Boyle, 1910, p. 187).

Observa-se que a definição de Boyle se assemelha ao conceito atual de substância simples. Nesse sentido, elemento químico seria a substância simples a que se chega mediante a análise de substâncias compostas. Por exemplo, a decomposição da água, uma substância composta, produz duas substâncias simples: gás hidrogênio e gás oxigênio. Para Boyle, essas substâncias simples seriam elementos. Boyle não mencionou exemplos de elementos em sua obra (Oki, 2002).

Lavoisier (1743-1794), em sua obra “Tratado Elementar de Química”, publicada em 1789, apresentou a seguinte definição de elemento químico:

Se [...] associarmos ao nome de elementos ou de princípios dos corpos a ideia do último termo ao qual chega a análise, todas as substâncias que não podemos decompor por meio algum são para nós elementos: não que possamos assegurar que estes corpos, que nós consideramos como simples, não sejam eles mesmos compostos de dois ou mesmo de um maior número de princípios, mas como estes princípios jamais se separam, ou antes, como não temos nenhum meio de os separar, eles comportam-se para nós como os corpos simples, e não devemos supô-los compostos senão no momento em que a experiência e a observação nos tenham fornecido a prova (Lavoisier, 1965, p. XXIV).

Lavoisier apresentou uma definição operacional para o conceito de elemento químico no mesmo sentido de Boyle. Ao contrário do filósofo natural inglês, o químico francês apresentou uma lista de substâncias simples:

Figura 2 – Lista de Substâncias simples de Lavoisier.

TABLE OF SIMPLE SUBSTANCES.		
Simple substances belonging to all the kingdoms of nature, which may be considered as the elements of bodies.		
	<i>New Names.</i>	<i>Correspondent old Names.</i>
Light	- - -	Light.
Caloric	- - -	Heat.
		Principle or element of heat.
		Fire. Igneous fluid.
Oxygen	- - -	Matter of fire and of heat.
		Dephlogificated air.
		Empyrean air.
Azote	- - -	Vital air, or
		Base of vital air.
Hydrogen	- - -	Phlogificated air or gas.
		Mephitic, or its base.
		Inflammable air or gas,
		or the base of inflammable air.
Oxydable and Acidifiable simple Substances not Metallic.		
	<i>New Names.</i>	<i>Correspondent old names.</i>
Sulphur	- - -	The same names.
Phosphorus	- - -	
Charcoal	- - -	
Muriatic radical	- - -	Still unknown.
Fluoric radical	- - -	
Boracic radical	- - -	
Oxydable and Acidifiable simple Metallic Bodies.		
	<i>New Names.</i>	<i>Correspondent Old Names.</i>
Antimony	- - -	Antimony.
Arsenic	- - -	Arsenic.
Bismuth	- - -	Bismuth.
Cobalt	- - -	Cobalt.
Copper	- - -	Copper.
Gold	- - -	Gold.
Iron	- - -	Iron.
Lead	- - -	Lead.
Manganese	- - -	Manganese.
Mercury	- - -	Mercury.
Molybdena	- - -	Molybdena.
Nickel	- - -	Nickel.
Platina	- - -	Platina.
Silver	- - -	Silver.
Tin	- - -	Tin.
Tungstein	- - -	Tungstein.
Zinc	- - -	Zinc.

Fonte: Lavoisier (1965, p. 175).

Lavoisier inseriu em sua lista de substâncias simples a luz e o calor. Sabe-se atualmente que são formas de energia, não substâncias simples. A lista de Lavoisier foi a primeira compilação amplamente reconhecida de substâncias simples e tem significativo valor histórico. A definição de elemento químico de Lavoisier influenciou

ainda muitos outros químicos associados à sua Química Moderna, inclusive os aclamados Berzelius (1779-1848) e Dalton (1766-1844).

Dalton foi o criador da primeira tabela pesos atômicos dos elementos químicos e elaborou uma teoria atômica influente no início do século XIX. Ele definiu elemento químico:

Por princípios elementares, ou corpos simples, queremos dizer aqueles que não foram decompostos, mas são encontrados para entrar em combinação com outros corpos. Não sabemos se qualquer um dos corpos denominados elementares é absolutamente indecomponível; mas deve ser chamado simples, até que possa ser analisado (Dalton, 1810, p. 221-222).

Observa-se muitas semelhanças entre as definições de elemento químico propostas por Dalton e Lavoisier. Pelo visto, a noção de elemento químico como substância simples surgiu com Boyle e foi amplamente empregada até pelo menos a metade do século XIX.

### **2.1.3 Mendeleev**

O químico russo Dmitri Mendeleev (1834-1907), mais conhecido por seus trabalhos sobre a TP, tinha compreensão peculiar do conceito de elemento químico. Diferente dos principais químicos que o antecederam, o russo fazia a distinção entre elemento químico e substância simples:

É útil neste sentido fazer uma distinção clara entre a concepção de um elemento como uma substância homogênea separada, e como uma parte material, mas invisível, de um composto. O óxido de mercúrio não contém dois corpos simples, um gás e um metal, mas dois elementos, mercúrio e oxigênio, que, quando livres, são um gás e um metal. Nem o mercúrio como metal nem o oxigênio como gás estão contidos no óxido de mercúrio; ele contém apenas a substância desses elementos [...] (Mendeleev, 1891, p.23)

Em um de seus artigos sobre a TP, Mendeleev já havia apontado para distinção entre elemento e substância simples:

Tal como as palavras 'molécula', 'átomo' e 'equivalente' eram usadas indiscriminadamente como sinônimos até recentemente como na época de Laurent e Gerhardt, agora os termos 'substância simples' e 'elemento' são frequentemente confundidos um com o outro. No entanto, esses termos devem ser nitidamente distinguidos para evitar uma confusão de conceitos químicos. Uma substância simples é algo material - metal ou metaloide - dotado de propriedades físicas e capaz de reações químicas. A ideia de substância simples corresponde à de uma molécula feita de um (por exemplo, Hg, Cd e possivelmente outras substâncias simples) ou mais (por exemplo, S<sub>2</sub>, S<sub>6</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>, etc.) átomos (Mendeleev, 1871, p. 133).

Pelo visto, Mendeleev manteve uma posição filosófica diferente para o termo elemento químico associando-o a um princípio mais abstrato como a ideia de átomo. Possivelmente, foi essa concepção de elemento químico que o levou tão longe no desenvolvimento das suas versões da TP. A única e principal propriedade admitida para os elementos químicos era o peso atômico (Scerri, 2020). Para o químico russo, o peso atômico caracterizava os elementos químicos.

#### 2.1. 4 Moseley e IUPAC

Mendeleev e sua TP avançaram em relação ao conceito de substância simples. Porém, no início do século XX, os desdobramentos da radioatividade culminaram na descoberta de diversos elementos químicos isóbaros e isótopos. Nesse contexto, o peso atômico deixa de caracterizar os elementos químicos. Com a descoberta do núcleo e do próton, surgiu também o conceito de número atômico derivado dos estudos de Henry Moseley (1897-1915). Nas palavras de Moseley:

Temos aqui uma prova de que há no átomo uma quantidade fundamental, que aumenta em passos regulares conforme passamos de um elemento para o próximo. Essa quantidade só pode ser a carga no núcleo positivo central, de cuja existência nós já temos prova definitiva (Moseley, 1913, p. 1031).

A partir dos estudos de Moseley surgiu um novo critério para caracterizar os elementos químicos: o número atômico. Em 1923, a IUPAC adotou uma nova definição para elemento químico: espécie de átomos que apresentam o mesmo número de prótons no núcleo atômico. O conceito de que a ordem de um elemento na TP era determinada pela carga nuclear foi sugerido pelo físico amador Antonius van den Broek em 1913 (Egdell; Bruton, 2020).

Atualmente a IUPAC incorporou os dois sentidos para o conceito de elemento químico: substância simples e espécie de átomo com o mesmo número atômico:

1. Espécies de átomos; todos os átomos com o mesmo número de prótons no núcleo atômico;
2. Uma substância química pura composta de átomos com o mesmo número de prótons no núcleo atômico.

Às vezes, esse conceito é chamado de substância elementar, diferentemente do elemento químico definido acima, mas principalmente o termo elemento químico é usado para ambos os conceitos (IUPAC, 2025).

Segundo Scerri (2020) a dualidade da definição da IUPAC gera confusão. Para Oki (2002) essa confusão seria evitada se fosse esclarecido que em países de língua inglesa, os termos 'substância simples' e 'elemento químico' são considerados sinônimos. Contudo, no Brasil usa-se amplamente a definição do item 2 da IUPAC.

A TP reúne atualmente os 118 elementos químicos. No tópico a seguir serão discutidos os principais episódios envolvidos em seu surgimento e desenvolvimento.

## 2.2 TABELA PERIÓDICA: DAS TRÍADES À VERSÃO ATUAL

Elementos químicos, tais como: ouro, prata, cobre e ferro são conhecidos desde os tempos antigos. Já na Idade Moderna, Lavoisier listou 33 elementos, conforme apontado na Figura 2. Já no início do século XIX, surgiram as primeiras tentativas de relacionar os elementos químicos conhecidos.

### 2.2.1 As Tríades

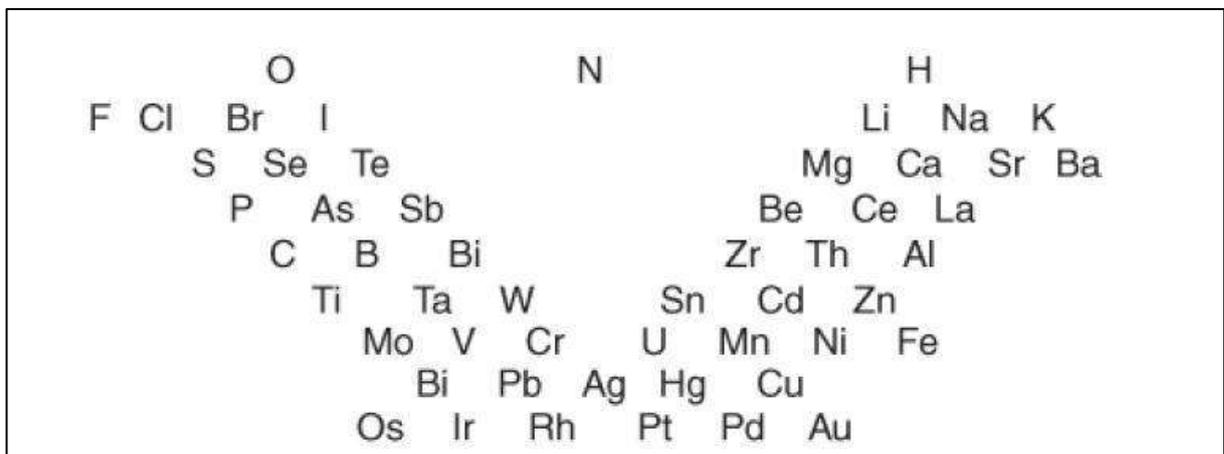
A primeira tentativa veio com o estabelecimento de tríades de elementos químicos propostas por Wolfgang Döbereiner (1780-1849). O método utilizado por ele baseava-se nas semelhanças desses elementos nas reações químicas e nos pesos atômicos. Em 1817, o químico alemão começou o trabalho sistematização dos elementos químicos em tríades, nas quais, o peso atômico do elemento central apresentava peso atômico igual a média da soma dos pesos atômicos dos elementos das extremidades (Scerri, 2019). Ao analisar os óxidos de cálcio (CaO), estrôncio (SrO) e bário (BaO), Döbereiner chegou a sua primeira tríade.

Em 1829, Döbereiner chegou a três outras tríades: Cl, Br e I; Li, Na e K; e S, Se e Te. O trabalho do químico alemão despertou pouco interesse na época em que surgiu, mas depois influenciou outros químicos em direção ao estabelecimento de mais relações entre os elementos químicos (Scerri, 2020).

Influenciado por Döbereiner, em 1857, o químico alemão Ernst Lenssen, publicou um artigo no qual ele organizou os cinquenta e oito elementos conhecidos em vinte tríades (Scerri, 2019). No entanto, boa parte dessas tríades exibiam apenas relação matemática entre os pesos atômicos e pouco ou nenhuma relação química entre os elementos.

Outro químico alemão, Leopold Gmelin, organizou 55 elementos químicos em tríades, conforme a Figura 3:

**Figura 3 – Tríades de Gmelin.**



Fonte: Scerri (2019).

O sistema de organização de Gmelin, proposto em 1843, não pode ser considerado periódico, pois não há repetição entre as propriedades dos elementos químicos em intervalos regulares. Foi ele quem cunhou o termo 'tríade' para se referir aos grupos de três elementos químicos (Scerri, 2020).

Até aqui, as tríades mostram relações entre elementos químicos que pertencem a uma mesma família ou grupo da TP. Na configuração atual da TP, essas relações são verticais. No entanto, a TP exige relações tanto verticais quanto horizontais entre os elementos químicos. A primeira tentativa de relacionar as famílias dos elementos químicos (relação horizontal atual), veio do químico alemão Peter Kremers. Assim como seu compatriota Lenssen, as tríades formadas apresentam mais relações matemáticas do que semelhanças químicas, por exemplo:  $8 (\text{O}) + 16 (\text{S}) / 2 = 12 (\text{Mg})$  (Scerri, 2020). No entanto, o maior mérito de Kremers foi ter relacionado as tríades de elementos químicos: Li, Na e K; Mg, Zn e Cd; e Ca, Sr e Ba. Embora, Mg não pertença ao grupo do zinco apresenta a mesma valência: +2, isso pode ter influenciado o químico alemão na construção de sua tríade.

Curiosamente o desenvolvimento de tríades de elementos químicos surgiu a partir da iniciativa de químicos alemães. Essa tentativa de organização nos legou o estabelecimento de relações inicialmente verticais e depois horizontais (no sentido moderno) entre os elementos químicos. No entanto, essas relações não foram relacionadas entre si, nem determinaram o caráter periódico da TP. É importante destacar que em muitos casos privilegiava-se o aspecto matemático envolvendo pesos atômicos muitas vezes incorretos. Nessa época havia certa discrepância entre as tabelas de pesos atômicos e o conceito de peso equivalente (Santin Filho, 2023). Contudo, muitas das tríades propostas naquele período podem ser observadas na TP atual. Dessa forma, as tríades foram importantes para o desenvolvimento da TP posteriormente.

### **2.2.2 Entre as Tríades e a primeira TP, um Congresso**

Em 1860, de 3 a 5 de setembro, aconteceu em Karlsruhe, Alemanha, o primeiro Congresso Internacional de Química. Nesse evento, foram discutidos conceitos fundamentais da Química que eram polêmicos na época, tais como: átomo, molécula, peso atômico peso equivalente, entre outros. Os principais químicos dos países europeus e da Rússia foram convidados (Santin Filho, 2023). Compareceram ao congresso dois dos maiores nomes associados ao desenvolvimento da TP: Lothar Meyer e Dmitri Mendeleev.

Um episódio ocorrido ao final do congresso marcou profundamente seus participantes. O químico italiano Angelo Pavesi distribuiu aos congressistas cópias do resumo do curso de Química ministrado por Stanislao Cannizzaro na Universidade de Gênova. Nessas cópias havia uma defesa da hipótese formulada por Avogadro, de que gases sob as mesmas condições de temperatura e pressão apresentam o mesmo número de partículas, publicada em 1811 (Kisfaludy; Queirós; Nunes, 2020). Baseada nessa hipótese, fundava-se a distinção entre átomo e molécula. Por fim, o trabalho de Cannizzaro defendia o método de Gerhardt de determinação dos pesos atômicos.

As ideias de Avogadro e Cannizzaro ecoaram após o congresso entre seus participantes aparecem ter influenciado em seus trabalhos posteriores. A respeito disso, Mendeleev comentou:

O momento decisivo no desenvolvimento da minha teoria da lei periódica foi em 1860, na conferência de químicos em Karlsruhe, da qual participei, e na qual ouvi as ideias do químico italiano S. Cannizzaro. Eu o considero meu predecessor imediato, porque foram os pesos atômicos que ele encontrou, que me deram o material de referência necessário para meu trabalho. Notei imediatamente que as modificações que ele propôs aos pesos atômicos introduziram um novo padrão nos agrupamentos de Dumas, e foi então que fui atingido pela ideia essencial de uma possível periodicidade nas propriedades dos elementos no aumento do peso atômico. Eu ainda estava impedido pelas incongruências nos pesos atômicos aceitos nessa época; mas eu estava firmemente convencido de que essa era a direção na qual prosseguir meu trabalho (Hartley, 1966, p. 62-63).

Meyer também ficou impressionado com o trabalho de Cannizzaro:

Eu o li várias vezes e fiquei surpreso com a luz clara que aquele pequeno artigo lançou sobre os principais assuntos de nossos debates. As escamas caíram dos meus olhos, as dúvidas desapareceram e um sentimento de certeza tomou seu lugar. Se eu fui capaz mais tarde de ajudar a esclarecer os pontos em questão e acalmar os ânimos, devo muito ao panfleto de Cannizzaro. Muitos outros membros da Conferência sentiram o mesmo. As marés da batalha começaram a diminuir; os antigos pesos atômicos de Berzelius mais uma vez se destacaram. Depois que as aparentes discrepâncias entre as leis de Avogadro e Dulong e Petit foram explicadas por Cannizzaro, ambas puderam ser usadas ao máximo e, portanto, a doutrina subjacente aos valores químicos dos elementos foi colocada em uma base sólida, sem a qual a teoria da ligação atômica não poderia ter progredido (Hartley, 1966, p. 62).

Pelo visto, o Congresso Internacional de Química de Karlsruhe marcou o desenvolvimento da TP e da Química. Na década subsequente ao congresso surgiram as primeiras versões da TP e curiosamente, as mais bem elaboradas foram construídas por dois congressistas: Meyer e Mendeleev.

### **2.2.3 O Parafuso Telúrico**

O geólogo francês Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) construiu a primeira versão da TP em 1862. Essa versão ficou conhecida como parafuso telúrico, por ser plotada em um parafuso e apresentar o elemento telúrio ao centro (Figura 4). A representação trouxe pela primeira vez as relações verticais e horizontais entre os elementos químicos. Na vertical, foram posicionados os elementos semelhantes. Por sua vez, cada linha horizontal mantinha relação com sua antecessora. Dessa forma, havia certa periodicidade das propriedades dos elementos químicos, embora não ficassem claras quais eram as propriedades, além do peso atômico, que seu elaborador estava considerando (Scerri, 2019).



A publicação do trabalho de Chancourtois omitiu a imagem do parafuso telúrico, o que contribuiu para a sua pouca repercussão. Posteriormente, ele republicou seu trabalho com a imagem do parafuso telúrico, mas foi igualmente ignorado. Além disso, ele era geólogo e estava fora do círculo francês de químicos influentes da época. O maior mérito do francês residiu em afirmar que as propriedades dos elementos químicos derivam de seu peso atômico (Scerri, 2020). Uma afirmação que fez sentido até o estabelecimento da atual lei periódica, por Moseley, em 1913.

#### 2.2.4 Newlands e a Lei das Oitavas

John Newlands (1837-1898), químico inglês, publicou em 1863 a sua primeira versão da classificação dos elementos. Sem conhecer os pesos atômicos discutidos no Congresso de Karlsruhe, o químico inglês identificou uma regularidade: os pesos atômicos variam em intervalos de oito unidades ou em múltiplos de oito. No ano seguinte, ele começou a publicar uma série de estudos nos quais afirmava que as propriedades dos elementos se repetiam após intervalos de oito, o que chamou de 'Lei das Oitavas'. Em 1866, ele apresentou seu trabalho na London Chemical Society, na ocasião ele fez uma analogia entre a repetição em múltiplos de oito dos elementos e a escala musical. Isso foi suficiente para descredibilizar seu trabalho perante os membros da London Chemical Society (Scerri, 2019). Além disso, Newlands não era um acadêmico, mas um químico industrial. A Figura 5 ilustra a Lei das Oitavas proposta por Newlands:

**Figura 5** – Tabela periódica apresentada por Newlands em 1866.

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br & Ni 22	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50	
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51	
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Hg 52	
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Tl 53	
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54	
N 6	P 23	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55	
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Th 56	

Fonte: Scerri (2019).

No entanto, segundo Scerri (2020), o principal motivo para a pouca repercussão dos trabalhos de Newlands foi o seu caráter excessivamente teórico numa época de super valorização dos dados experimentais. O reconhecimento de seu trabalho sobre a sistematização dos elementos químicos veio após o reconhecimento de Mendeleev, em 1887, quando recebeu a Medalha Davy, principal prêmio científico da área de Química na época.

### 2.2.5 Odling e as Relações Matemáticas

O químico inglês, William Odling (1829-1921) elaborou uma versão da TP. Ao contrário de seu compatriota Newlands, Odling era um acadêmico e havia comparecido ao Congresso de Karlsruhe. O químico inglês classificou os elementos químicos em ordem crescente de número atômico, os inseriu em grupos e percebeu que entre alguns pares a diferença dos pesos atômicos era igual ou próximo a 16 unidades (Scerri, 2019). Por exemplo: Na (23) – Li (07) = 16; Ca (40) – Mg (24) = 16.

Nessa organização, elementos semelhantes apresentam relações horizontais. Na maioria dos grupos horizontais, a diferença entre os pesos atômicos é de 8 ou 16 unidades aproximadamente Figura 6.

Figura 6 – Tabela periódica publicada por Odling.

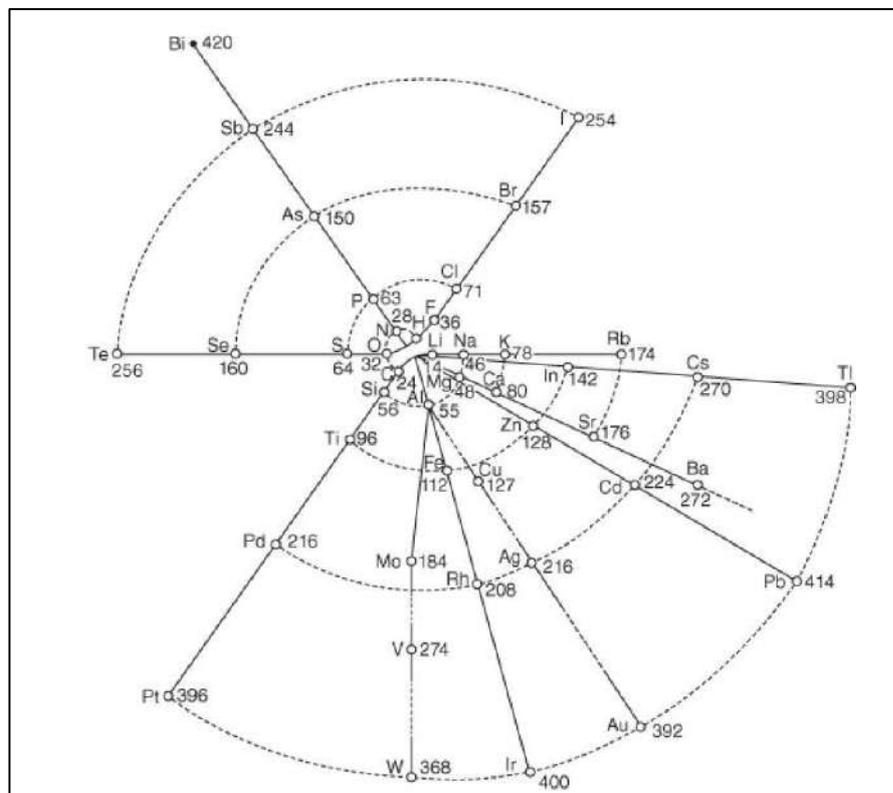
			Ro 104	Pt 197
			Ru 104	Ir 197
			Pd 106·5	Os 199
			Ag 108	Au 196·5
..... H 1	..	..	Cd 112	Hg 200 .....
..	..	Zn 65		Tl 203
..... L 7	..	..		Pb 207 .....
G 9	..	..	U 120	..
.. B 11	Al 27·5	..	Sn 118 .....	..
C 12	Si 28	..	Sb 122	Bi 210
.. N 14	P 31	As 75	Te 129 .....	..
O 16	S 32	Se 79·5	I 127	..
.....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

Odling privilegiou as relações aritméticas entre os pesos atômicos em detrimento das relações químicas entre os elementos químicos em sua versão da TP. Ele ainda deixou espaços vazios em sua TP, sugerindo a descoberta de novos elementos. Sua organização dos elementos químicos apresentava relações aritméticas muitas vezes confusas. Em função das inconsistências destacadas e do aspecto profundamente teórico, a versão da TP criada por Odling não teve grande repercussão no meio científico da época. Scerri (2019) ainda acrescenta que o químico inglês não destacou o caráter periódico de sua tabela nem acreditava que isso seria um reflexo das leis naturais.

### 2.2.6 Hinrichs e sua TP no formato Radial

Gustavus Hinrichs (1836-1923), químico dinamarquês e imigrante nos Estados Unidos, publicou uma das versões mais diferentes da TP (Figura 7).

**Figura 7** – Organização radial dos elementos químicos construída por Hinrichs.



Fonte: Scerri (2019).

Na organização radial, publicada em 1867, cada raio corresponde a um grupo de elementos químicos semelhantes inseridos em ordem crescente de pesos atômicos. Observa-se que em muitos casos, os pesos atômicos estão duplicados, como nos elementos Fe (112), Ca (80) e Na (46). A proposta de TP formulada por Hinrichs foi produzida de forma independente das demais e não guarda muitas semelhanças com as antecessoras. Apesar de incluir com sucesso elementos químicos corretamente nos grupos radiais, outros foram inseridos incorretamente. Além disso, Hinrichs escreveu trabalhos em várias áreas da Ciência, tais como Astronomia, Meteorologia e Linguagens, além da Química (Scerri, 2019). A sua organização dos elementos não teve qualquer repercussão, por sua própria natureza peculiar e porque Hinrichs estava longe do *mainstream* da comunidade de químicos da época (Scerri, 2020).

### 2.2.7 Meyer e a TP Perdida

A primeira TP a ter algum impacto na comunidade científica foi elaborada pelo químico alemão Lothar Meyer (1830-1895), um dos acadêmicos mais importantes e respeitados da época. Como destacado anteriormente, Meyer compareceu ao congresso de Karlsruhe e estava a par das ideias de Cannizzaro sobre átomo e molécula, bem como dos novos pesos atômicos (Hartley, 1966). O químico alemão começou a publicar estudos sobre TP a partir de 1862, apenas dois anos após o congresso. Inicialmente Meyer organizou os elementos químicos em grupos verticais de acordo com aumento dos pesos atômicos e segundo a valência (Scerri, 2019).

Posteriormente, Meyer adotou outras propriedades, além do peso atômico, para classificar os elementos químicos, como densidade, volume atômico e ponto de fusão (Scerri, 2019). Essa forma mais física e teórica de organizar os elementos fez com que o seu trabalho sobre a TP se destacasse.

Em 1868, o químico alemão publicou a segunda edição de seu livro. No manuscrito da obra, havia uma TP com os 53 elementos químicos organizados (Figura 8). Contudo, a imagem da TP não apareceu na publicação do livro. Esse episódio ocultou a principal contribuição de Meyer para o desenvolvimento da TP. Acredita-se que se a TP elaborada por Meyer em 1868 tivesse sido devidamente publicada, a primeira versão da TP de Mendeleev, divulgada cerca de um ano depois, poderia ter sido eclipsada (Scerri, 2019).

**Figura 8** – Tabela elaborada por Meyer para ser publicada em 1868.

1	2	3	4	5	6	7	8
		Al = 27.3 $\frac{28.7}{2} = 14.8$	Al. = 27.3				C = 12.00 16.5 Si = 28.5 $\frac{89.1}{2} = 44.55$
Cr = 52.6	Mn = 55.1 49.2 Ru = 104.3 92.8 = 2.46.4 Pt = 197.1	Fe = 56.0 48.9 Rh = 103.4 92.8 = 2.46.4 Ir = 197.1	Co = 58.7 47.8 Pd = 106.0 93 = 2.465 Os = 199.	Ni = 58.7	Cu = 63.5 44.4 Ag = 107.9 88.8 = 2.44.4 Au = 196.7	Zn = 65.0 46.9 Cd = 111.9 88.3 = 2.44.5 Hg = 200.2	$\frac{89.1}{2} = 44.55$ Su = 117.6 89.4 = 2.41.7 Pb = 207.0
9	10	11	12	13	14	15	
N = 14.4 16.96 P = 31.0 44.0 AS = 75.0 45.6 Sb = 120.6 87.4 = 2.43.7 Bi = 208.0	O = 16.00 16.07 S = 32.07 46.7 Se = 78.8 49.5 Te = 128.3	F = 19.0 16.46 Cl = 35.46 44.5 Br = 79.9 46.8 I = 126.8	Li = 7.03 16.02 Na = 23.05 16.08 K = 39.13 46.3 Rb = 85.4 47.6 Cs = 133.0 71 = 2.35.5 Te = 204.0	Be = 9.3 14.7 Mg = 24.0 16.0 Ca = 40.0 47.6 Sr = 87.6 49.5 Ba = 137.1	Ti = 48 42.0 Zr = 90.0 47.6 Ta = 137.6	Mo. = 92.0 45.0 Vd = 137.0 47.0 W = 184.0	

Fonte: Scerri (2019).

A versão da TP de 1868 só veio à tona após a morte de Meyer, em 1895. Nesse momento, o nome de Mendeleev já estava consolidado como o principal elaborador da TP. Além disso, as descobertas de elementos químicos com as propriedades previstas pelo químico russo só engrandeciam o nome de Mendeleev (Scerri, 2019).

Meyer e Mendeleev disputaram a prioridade em relação ao desenvolvimento do sistema periódico. Virtualmente, o vencedor dessa disputa foi o químico russo, contudo em alguns aspectos minuciosos, o sistema periódico do químico alemão era mais preciso que o apresentado pelo químico russo (Scerri, 2020).

Mendeleev foi mais assertivo em defesa de sua TP e propôs a chamada 'Lei Periódica'. O químico russo também foi mais corajoso em prever novos elementos químicos e suas respectivas propriedades físicas e químicas. Por sua vez, Meyer foi mais comedido em suas previsões de novos elementos químicos (Scerri, 2020).

Meyer utilizou pesos atômicos mais precisos que Mendeleev e posicionou corretamente o iodo entre os halogênios em sua versão da TP. Por sua vez, o químico russo, priorizando pesos atômicos incorretos, inverteu as posições do iodo e do telúrio em algumas de suas versões da TP. O químico alemão ainda posicionou corretamente no mesmo grupo mercúrio e cádmio e estanho e chumbo, diferentemente de Mendeleev que não viu conexão entre cada um desses pares (Scerri, 2020).

### 2.2.8 Mendeleev e sua versão da TP

O sistema periódico alcançou a maturidade a partir dos desenvolvimentos propostos por Meyer e Mendeleev. O químico russo avançou em muitos aspectos e acertou precisamente ao propor a 'Lei Periódica' como uma lei natural. Para ele, as propriedades dos elementos químicos derivavam de seus pesos atômicos (Gordin, 2019). A sua Lei Periódica definia que a periodicidade das propriedades dos elementos depende de seus pesos atômicos (Mendeleev, 1899). Mendeleev defendia que o peso atômico era diferente para cada elemento químico. Foi nesses pilares que ele fundou e reformulou a sua TP em várias ocasiões. Mendeleev ficou marcado para sempre como o principal desenvolvedor da TP, pois a sua organização dos elementos químicos foi a que alcançou maior projeção dentro da comunidade científica.

Em 17 de fevereiro de 1869, Mendeleev chegou a sua primeira versão da TP. Inicialmente ele escreveu os símbolos dos elementos de algumas famílias em uma folha de papel. Em seguida, foi adicionando mais elementos, sempre relacionando a valência e o aumento do peso atômico (Scerri, 2019). É necessário mencionar que nessa época, Mendeleev era um professor universitário e experiente químico experimental com experiência internacional. O químico russo estava escrevendo o segundo volume de seu livro-texto de Química Inorgânica 'Princípios de Química', quando lhe ocorreu representar todos os 63 elementos químicos em uma única página de sua obra destinada ao curso universitário (Gordin, 2019). Foi nesse contexto pedagógico que surgiu a sua primeira versão da TP.

Mendeleev foi acomodando elementos de diferentes grupos horizontalmente em ordem crescente de pesos atômico. Ao inserir as próximas linhas, ele percebeu que ao iniciá-las as propriedades dos elementos se repetiam (Gordin, 2019). Após acomodar todos os elementos, ele percebeu que havia realizado um trabalho excepcional. Para garantir sua primazia sobre a descoberta, ele imprimiu 200 cópias de sua TP e distribuiu entre os mais proeminentes químicos da Rússia (150 cópias) e da Europa (50 cópias em Francês). Logo em seguida, ele passou a publicar uma série de artigos sobre a sua descoberta (Figura 9).

**Figura 9** – Primeira versão da TP de Mendeleev.

1

**ОПЫТ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ,  
ОСНОВАННОЙ НА ИХ АТОМНОМ ВЕСЕ  
И ХИМИЧЕСКОМ СХОДСТВЕ**

			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	Pt = 106,6	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	Ur = 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	J = 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. Менделеев.*

Fonte: Gordin (2019. p. 26).

Mendeleev utilizou o peso atômico de forma implacável para ordenar os elementos químicos em ordem crescente dessa propriedade. Do ponto de vista químico ela também considerou a valência e outras propriedades reacionais. Em 1871, Mendeleev publicou seu trabalho mais completo sobre TP (Mendeleev, 1971). Em um extenso artigo (96 páginas) publicado em uma revista alemã, o químico russo apresentou uma versão quase que conclusiva de seu sistema periódico e uma versão da TP considerada uma de suas melhores versões (Figura 10).

Figura 10 – TP publicada por Mendeleev em 1871.

Series.	GROUP I. R <sub>2</sub> O.	GROUP II. RO.	GROUP III. R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	GROUP IV. RH <sub>4</sub> . RO <sub>2</sub> .	GROUP V. RH <sub>3</sub> . R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .	GROUP VI. RH <sub>2</sub> . RO <sub>3</sub> .	GROUP VII. RH. R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .	GROUP VIII. RO <sub>4</sub> .
I .....	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=56, Ce=59 Ni=59, Cu=63
5 .....	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6 .....	Rb=85	Sr=87	? Y=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=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=195, In=197 Pt=198, Au=199
11 .....	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	....	....	
12 .....	....	....	....	Th=231	....	U=240	....	....

Fonte: Mendeleev (1871).

Na versão da TP publicada em 1871, o químico russo posiciona iodo e telúrio corretamente após atualizar os pesos atômicos. Nessa TP ainda há a previsão da existência de quatro novos elementos químicos.

Um dos maiores trunfos de Mendeleev foi a previsão da existência de novos elementos (16 novos elementos) e suas respectivas propriedades. Apesar de errar na metade das vezes, a medida que acertava sua fama era exaltada. Mendeleev previu corretamente a existência dos elementos: escândio, gálio, germânio, tecnécio, rênio, polônio, frâncio e protactínio (Scerri, 2019).

Em 1882, os esforços para o desenvolvimento da TP por Meyer e Mendeleev foram reconhecidos. Nesse ano, os químicos compartilharam a Medalha Davy por seus trabalhos sobre a TP. Essa premiação reestabeleceu a posição de Meyer e enalteceu o trabalho de Mendeleev.

Mendeleev publicou cerca de 30 versões da TP. Ao final do século XIX, foram descobertos os primeiros gases nobres e os elementos radioativos. Essas descobertas surpreenderam Mendeleev, que não soube como acomodar esses novos elementos em suas últimas versões da TP.

### 2.2.9 Modificações Após Mendeleev e versão Atual da TP

A descoberta dos gases nobres no final do século XIX marcou uma nova era para a TP. Mendeleev havia predito muitos novos elementos, mas nenhum gás nobre, nenhum grupo de elementos deveria ocupar toda uma nova coluna da TP. Devido à baixa reatividade, os gases nobres eram difíceis de estudar do ponto de vista químico. Era impossível determinar as valências desses elementos (Sprosen, 1969).

O primeiro gás nobre descoberto, o argônio, segundo os experimentos apresentava peso atômico igual a 40, assim como o cálcio. Onde acomodá-lo na TP? Eis a questão. Mendeleev duvidava que o argônio era um elemento e afirmou que se tratava supostamente do gás trinitrogênio ( $N_3$ ). Em seguida, a descoberta do hélio pressionou ainda mais o sistema de Mendeleev (Scerri, 2019).

Em 1900, numa conferência realizada em Berlim, os descobridores do argônio e dos demais gases nobres (exceto o radônio) anunciaram a criação da oitava coluna da TP, situada após os halogênios. Dessa forma, os gases nobres foram elegantemente acomodados na TP. Mendeleev aceitou a inclusão e exaltou a validade de seu sistema periódico que foi aprovado em um duro teste (Scerri, 2020).

Ainda no final do século XIX foram descobertos os primeiros elementos radioativos: polônio, rádio, radônio, entre outros. As descobertas de elementos radioativos continuaram nas primeiras duas décadas do século XX. Onde acomodá-los na TP? Alguns exibiam mesmo peso atômico. Outros eram quimicamente semelhantes, mas apresentavam pesos atômicos diferentes.

Em parte, a solução para esse problema veio das pesquisas sobre o núcleo atômico. Em 1911, Rutherford e seus estudantes evidenciaram a existência de um núcleo denso e positivo. A partir de seus estudos com espalhamento de partículas alfa, o físico neozelandês propôs um modelo planetário para o átomo em 1911. Baseado nos trabalhos de Rutherford, Broek sugeriu que a carga nuclear determinasse a posição dos elementos na TP (Scerri, 2020). Logo em seguida, Moseley determinou pela primeira vez a carga nuclear dos elementos e estabeleceu um critério definitivo para ordená-los na TP (Moseley, 1913). A IUPAC adotou a carga nuclear como critério para caracterizar os elementos químicos em 1923 (Egdell; Bruton, 2020). Os estudos de Moseley ajudaram a estabelecer uma nova Lei Periódica a qual estabelece que os elementos devem ser ordenados na TP em ordem crescente

de número atômico. Provavelmente a primeira TP baseada nos números atômicos foi publicada por Broek em 1913 (Figura 11).

Figura 11 – Primeira TP baseada nos números atômicos.

o	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
2 <i>H</i>	3 <i>Li</i>	4 <i>Be</i>	5 <i>B</i>	6 <i>C</i>	7 <i>N</i>	8 <i>O</i>	9 <i>F</i>					
4	6,9	9,1	11,0	12,0	14,0	16	19,0					
10 <i>Ne</i>	11 <i>Na</i>	12 <i>Mg</i>	13 <i>Al</i>	14 <i>Si</i>	15 <i>P</i>	16 <i>S</i>	17 <i>Cl</i>					
20,2	23,0	24,3	27,1	28,3	31,0	32,1	35,5					
18 <i>Ar</i>	20 <i>K</i>	21 <i>Ca</i>	22 <i>Sc</i>	23 —	24 <i>Ti</i>	25 <i>V</i>	26 <i>Cr</i>	27 <i>Mn</i>	28 <i>Fe</i>	29 <i>Co</i>	30 <i>Ni</i>	
39,9	39,1	40,1	44,1	—	48,1	51,0	52,0	54,9	55,8	59,0	58,7	
	31 <i>Cu</i>	32 <i>Zn</i>	33 <i>Ga</i>	34 <i>Ge</i>	35 <i>As</i>	36 <i>Se</i>	37 <i>Br</i>		38 —	39 —	40 —	
	63,6	65,4	69,9	72,5	75,0	79,2	79,9					
41 —	42 <i>Kr</i>	43 <i>Rb</i>	44 <i>Sr</i>	45 <i>Y</i>	46 —	47 <i>Zr</i>	48 <i>Nb</i>	49 <i>Mo</i>	50 —	51 <i>Ru</i>	52 <i>Rh</i>	53 <i>Pd</i>
	82,9	85,5	87,6	89,0	—	90,6	93,5	96,0		101,7	102,9	106,7
		54 <i>Ag</i>	55 <i>Cd</i>	56 <i>In</i>	57 <i>Sn</i>	58 <i>Sb</i>	59 <i>Te</i>	60 <i>I</i>		61 —	62 —	63 —
		107,9	112,4	114,8	119,0	120,2	127,5	126,9				
64 —	65 <i>Xe</i>	66 <i>Cs</i>	67 <i>Ba</i>	68 <i>La</i>	69 —	70 <i>Ce</i>	71 <i>Nd</i>	72 <i>Pr</i>	73 —	74 <i>Sa</i>	75 <i>Eu</i>	76 <i>Gd</i>
	130,2	132,8	137,4	138,9	—	140,2	144	141		150	152	157
		77 <i>Tb</i>	78 <i>(Tb<sub>2</sub>)</i>	79 <i>Dy</i>	80 <i>Ho</i>	81 <i>Er</i>	82 <i>Ad</i>	83 <i>AcC</i>		84 <i>Tu I</i>	85 <i>Tu II</i>	86 <i>AcA</i>
		159	—	162	—	167	—	—		—	—	—
57 —	88 <i>AcEm</i>	89 <i>AcX</i>	90 <i>Tu III</i>	91 <i>RAc</i>	92 <i>Cp</i>	93 <i>Ct</i>	94 <i>Ta</i>	95 <i>Ho</i>	96 —	97 <i>Os</i>	98 <i>Ir</i>	99 <i>Pt</i>
		—	—	—	—	—	181,5	184,0		190,9	192,1	195,2
		100 <i>Au</i>	101 <i>Hg</i>	102 <i>Tl</i>	103 <i>Pb</i>	104 <i>Bi</i>	105 <i>RaF</i>	106 <i>ThC</i>		107 <i>RaC</i>	108 <i>ThA</i>	109 <i>RaA</i>
		197,2	200,6	204,0	207,1	208,0	210,5	212,4		214,5	216,4	218,5
110 <i>TuEm</i>	111 <i>RaEm</i>	112 <i>ThX</i>	113 <i>Ra</i>	114 <i>RTh</i>	115 <i>Io</i>	116 <i>Th</i>	117 <i>U II</i>	118 <i>U</i>	119 —	120 —	121 —	122 —
220,4	222,5	224,4	226,5	228,4	230,5	232,4	234,5	238,5				

Fonte: Broek (1913, p. 37).

Paralelamente a isso, as pesquisas sobre radioatividade avançaram e trouxeram a compreensão das transmutações e das leis das desintegrações naturais. Além disso foram desenvolvidos os conceitos de isótopo e isóbaro. Agora admitia-se que diferentes elementos apresentassem o mesmo número de massa (isóbaros) e que o mesmo elemento apresentasse números de massa diferentes (isótopos) (Scerri, 2020).

Quando os químicos evidenciaram que as propriedades químicas dos isótopos eram iguais e que a carga nuclear caracterizava cada elemento químico, adotou-se o critério de acomodar na TP o isótopo mais estável. Dessa forma, a TP sobreviveu a mais um teste, o custo disso foi o abandono da Lei Periódica de Mendeleev (Scerri, 2019).

A descoberta de novos elementos químicos radioativos naturais e artificiais bem como dos actínídeos e lantanídeos alteraram profundamente a forma da TP com a inclusão de duas linhas imediatamente abaixo do bloco principal (Spronsen, 1969). Um dos maiores êxitos da TP no século XX foi a associação das configurações eletrônicas às posições dos elementos químicos na TP. A variação da carga nuclear, ajuda a explicar a periodicidade, pois influencia as energias e consequentemente as posições dos elétrons nos átomos (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Camadas de valência semelhantes fazem com que elementos químicos do mesmo grupo apresentem propriedades químicas análogas. A associação entre configuração eletrônica e a posição dos elementos químicos na TP foi sugerida por Thomson e explicada por Bohr (Scerri, 2020).

A TP passou por profundas reformulações em sua forma ao longo do século XX. No século XXI, as mudanças foram mais sutis e envolveram apenas a inclusão de novos elementos artificiais que completaram o sétimo período e atualizações nos valores dos pesos atômicos. Atualmente a IUPAC disponibiliza em seu site (<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>) a versão atual da TP (Figura 12).

Figura 12 – TP atual disponibilizada pela IUPAC.

**IUPAC Periodic Table of the Elements**

Key:																							
atomic number																							
Symbol																							
name																							
relative standard atomic weight																							
1 H hydrogen 1.008 ± 0.0001																	2 He helium 4.0026 ± 0.0001						
3 Li lithium 6.94 ± 0.06	4 Be beryllium 9.0122 ± 0.0001																	5 B boron 10.81 ± 0.02	6 C carbon 12.011 ± 0.002	7 N nitrogen 14.007 ± 0.001	8 O oxygen 15.999 ± 0.001	9 F fluorine 18.998 ± 0.001	10 Ne neon 20.180 ± 0.001
11 Na sodium 22.990 ± 0.001	12 Mg magnesium 24.305 ± 0.002																	13 Al aluminum 26.982 ± 0.001	14 Si silicon 28.086 ± 0.001	15 P phosphorus 30.974 ± 0.001	16 S sulfur 32.06 ± 0.02	17 Cl chlorine 35.45 ± 0.01	18 Ar argon 39.95 ± 0.16
19 K potassium 39.098 ± 0.001	20 Ca calcium 40.078 ± 0.001	21 Sc scandium 44.956 ± 0.001	22 Ti titanium 47.887 ± 0.001	23 V vanadium 50.942 ± 0.001	24 Cr chromium 51.996 ± 0.001	25 Mn manganese 54.938 ± 0.001	26 Fe iron 55.845 ± 0.001	27 Co cobalt 58.933 ± 0.001	28 Ni nickel 58.693 ± 0.001	29 Cu copper 63.546 ± 0.001	30 Zn zinc 65.38 ± 0.02	31 Ga gallium 69.723 ± 0.001	32 Ge germanium 72.631 ± 0.001	33 As arsenic 74.922 ± 0.001	34 Se selenium 78.971 ± 0.001	35 Br bromine 79.904 ± 0.001	36 Kr krypton 83.798 ± 0.001						
37 Rb rubidium 85.468 ± 0.003	38 Sr strontium 87.62 ± 0.01	39 Y yttrium 88.906 ± 0.001	40 Zr zirconium 91.224 ± 0.002	41 Nb niobium 92.906 ± 0.001	42 Mo molybdenum 95.94 ± 0.01	43 Tc technetium [98]	44 Ru ruthenium 101.07 ± 0.02	45 Rh rhodium 102.91 ± 0.01	46 Pd palladium 106.42 ± 0.01	47 Ag silver 107.87 ± 0.01	48 Cd cadmium 112.41 ± 0.01	49 In indium 114.82 ± 0.01	50 Sn tin 118.71 ± 0.01	51 Sb antimony 121.76 ± 0.01	52 Te tellurium 127.46 ± 0.01	53 I iodine 126.90 ± 0.01	54 Xe xenon 131.29 ± 0.01						
55 Cs cesium 132.91 ± 0.01	56 Ba barium 137.33 ± 0.01	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49 ± 0.01	73 Ta tantalum 180.95 ± 0.01	74 W tungsten 183.84 ± 0.01	75 Re rhenium 186.21 ± 0.01	76 Os osmium 190.23 ± 0.03	77 Ir iridium 192.22 ± 0.01	78 Pt platinum 195.08 ± 0.02	79 Au gold 196.97 ± 0.01	80 Hg mercury 200.59 ± 0.01	81 Tl thallium 204.38 ± 0.01	82 Pb lead 207.2 ± 1.1	83 Bi bismuth 208.98 ± 0.01	84 Po polonium [209]	85 At astatine [210]	86 Rn radon [222]						
87 Fr francium [223]	88 Ra radium [226]	89-103 actinoids	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]						
57 La lanthanum 138.91 ± 0.01	58 Ce cerium 140.12 ± 0.01	59 Pr praseodymium 140.91 ± 0.01	60 Nd neodymium 144.24 ± 0.01	61 Pm promethium [145]	62 Sm samarium 150.36 ± 0.02	63 Eu europium 151.96 ± 0.01	64 Gd gadolinium 157.25 ± 0.03	65 Tb terbium 158.93 ± 0.01	66 Dy dysprosium 162.50 ± 0.01	67 Ho holmium 164.93 ± 0.01	68 Er erbium 167.26 ± 0.01	69 Tm thulium 168.93 ± 0.01	70 Yb ytterbium 173.05 ± 0.01	71 Lu lutetium 174.967 ± 0.001									
89 Ac actinium [227]	90 Th thorium 232.04 ± 0.01	91 Pa protactinium 231.04 ± 0.01	92 U uranium 238.03 ± 0.01	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]									

Fonte: IUPAC (2025).

A TP surgiu, se desenvolveu e sobreviveu a inúmeros testes que apenas reforçaram a sua importância didática e epistemológica. Atualmente a TP é o maior ícone científico associado à Química (Scerri, 2020).

## 2.3 O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA

O ensino da tabela periódica, elemento fundamental na compreensão da Química, ainda enfrenta desafios em sala de aula devido à sua complexidade e caráter abstrato. A seguir, discutiremos as dificuldades no ensino da TP e a necessidade de uma abordagem histórica.

### 2.3.1 A Contextualização Histórica da TP no Ensino de Química

O ensino da tabela periódica em sala de aula e sua compreensão esbarra em diversas dificuldades, principalmente devido à sua natureza abstrata e ao grande volume de informações que os estudantes precisam assimilar.

E é nessas dificuldades que muitos estudantes recorrem a processo de memorização tornando o ensino da tabela periódica superficial e pouco significativo que “limitam o aluno a mero espectador” (Barbosa Viana et al., 2024, p. 2)

Sobre esta temática, Mehlecke *et al.* (2012), conclui que:

Entende-se que se os estudantes puderem acompanhar a elaboração da tabela periódica, em um adequado contexto histórico, o estudo deste assunto pode ser mais agradável e significativo para o aprendizado de ciências. Dessa forma, os alunos poderão entender a importância dos fatos e das controvérsias científicas para o desenvolvimento da ciência e não estarão apenas decorando os elementos químicos e suas propriedades periódicas. (MEHLECKE *et al.* 2012, p. 544),

Ainda de acordo com Mehleck *et al.* (2012) a forma como a história da TP é abordada nos livros didáticos implica numa concepção errônea sobre o desenvolvimento da TP ao apresentar este conteúdo de maneira descontextualizada.

Nesse ponto, vale destacar mais uma vez que a BNCC orienta o uso da HFC, embora a BNCC indique a importância da contextualização histórica nas ciências não detalha como deve ser feita sua articulação ao processo de ensino e de aprendizagem nem como desenvolvê-la com criticidade no Ensino Médio. Ainda segundo a BNCC:

Ainda com relação à contextualização histórica, propõe-se, por exemplo, a comparação de distintas explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas e o reconhecimento dos limites explicativos das ciências, criando oportunidades para que os estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico (BNCC, p. 550).

Isso se reflete nos documentos oficiais que norteiam o ensino de ciências, especificamente no ensino de química enquanto construção social e histórica. O currículo de Pernambuco, por exemplo, na habilidade EM13CNT302QUI20PE, orienta que o aluno deve:

Disseminar, através de diversos meios, formatos e linguagens, a Química enquanto ciência, logo, atividade humana, construída sócio-historicamente por diferentes atores, presente no cotidiano, respaldada por pesquisa de campo, exploratória, experimental, laboratorial, empírica e teórica para que cumpra o seu papel científico, sociocultural e ambiental. (PERNAMBUCO, 2012, p. 266)

Portanto, conhecer o desenvolvimento histórico da tabela periódica permite entender melhor as razões por trás da organização atual dos elementos e como a forma dessa organização facilita a identificação das propriedades periódicas.

Além disso, a compreensão histórica e conceitual da tabela periódica torna o ensino mais significativo uma vez que os alunos percebem que ela é uma poderosa ferramenta para compreensão de diversos conteúdos científicos.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa do tipo interventiva de aplicação. Segundo Teixeira e Megid Neto (2017, p. 1068-1069), as pesquisas interventivas de aplicação são:

[...] investigações baseadas em projetos nas quais as prioridades de investigação são definidas integralmente pelos pesquisadores. Envolvem o planejamento, a aplicação (execução) e a análise de dados sobre o processo desenvolvido, em geral, tentando delimitar limites e possibilidades daquilo que é testado ou desenvolvido na intervenção. Os processos são fundamentados em teorias ou outros referenciais do campo específico de estudo. Os objetivos não estão necessariamente voltados para a transformação de uma realidade, mas sim, amiúde, dar contribuições para a geração de conhecimentos e práticas, envolvendo tanto a formação de professores, quanto questões mais diretamente relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem, como a testagem de princípios pedagógicos e curriculares (interdisciplinaridade, contextualização, transversalidade, avaliação etc.) e recursos didáticos.

Este estudo consistiu na aplicação de uma sequência de ensino-aprendizagem (SEA) para o ensino de TP baseada em elementos da História da Química junto a estudantes do Ensino Médio.

#### 3.1 LOCAL E SUJEITOS DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada na Escola Vitalina Maria de Jesus, no Distrito de Bom Jardim do Araripe, Araripina – PE, a 680 km da capital do estado, Recife. O ambiente escolar possui oito salas de aula equipadas com mobiliário adequado, ventiladores e quadros branco, além de uma sala de multimídia com computador, data show, ar-condicionado e recursos audiovisuais. Conta também com sala de professores, secretaria, sala de gestão, coordenação pedagógica, biblioteca, sala de jogos, quadra esportiva não coberta, pátio com refeitório, cozinha, banheiros acessíveis.

A escola atualmente conta com 276 estudantes, distribuídos em 11 turmas, sendo 7 turmas de ensino fundamental com 157 alunos (6º A e B, 7º A e B, 8º A e B e uma turma de 9º ano), no período da manhã e 4 turmas de ensino médio (1º A, 2º A e B e 3º ano) somando 119 estudantes à tarde.

Os alunos, em sua maioria são filhos de pequenos agricultores e de trabalhadores da cadeia produtiva gesseira, enquadram-se como integrantes de famílias de baixa renda.

Apesar das inúmeras dificuldades socioeconômicas, o Projeto Pedagógico (PP) da escola favorece a reflexão pedagógica e a implementação de práticas educativas inovadoras incentivando os alunos a ingressarem no Ensino Superior. Houve o interesse, também, da gestão escolar em incentivar o desenvolvimento desta pesquisa.

A amostra de sujeitos de pesquisa foi composta por seis estudantes do 2º ano do ensino médio regular, com idades entre 15 e 17 anos. Eles foram selecionados por sua disponibilidade em vir no contraturno (manhã) e pelo engajamento e curiosidade.

É importante destacar que esses estudantes. Além de voluntários, haviam estudado a TP no ano anterior, o que facilitou o desenvolvimento das atividades. A pesquisa foi realizada em outubro de 2023.

Todos os sujeitos de pesquisa compareceram voluntariamente às aulas. Para os menores de 18 anos, foi entregue o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para assinatura. Já para os pais desses estudantes, foi utilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

**Figura 13** – Fachada da escola Vitalina Maria de Jesus



Fonte: Acervo do autor.

### 3.2 ELABORAÇÃO DA SEA

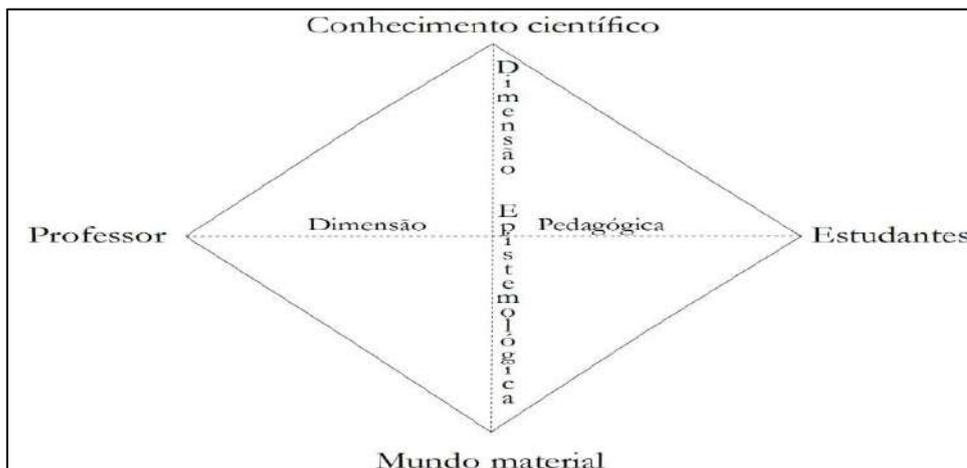
Méheut e Psillos definem uma SEA como:

Uma sequência de ensino e aprendizagem é tanto uma atividade de pesquisa intervencionista quanto um produto, como uma parte da unidade curricular tradicional, que inclui atividades de ensino e aprendizagem bem pesquisadas, empiricamente adaptadas ao raciocínio do aluno. Às vezes, diretrizes de ensino abrangendo reações esperadas do aluno também são incluídas (Méheut e Psillos, 2004, p. 516, tradução do autor).

A SEA elaborada foi pensada de acordo com as dimensões epistêmicas e pedagógicas definidas por Méheut e Psillos (2004). A dimensão epistêmica relaciona o conhecimento científico e o mundo material. Na SEA construída, essa ligação foi realizada com o auxílio da História da Química, pois a TP foi abordada a partir dos principais eventos relacionados ao seu desenvolvimento de forma integrada aos conceitos de elemento químico e de substâncias simples, presentes no cotidiano.

Por sua vez, na dimensão pedagógica, a relação entre professor e estudantes foi mediada a partir do diálogo e de atividades inovadoras visando o engajamento e a aprendizagem. As dimensões epistêmica e pedagógica formam um losango didático (Figura 13).

**Figura 14 - Losango didático.**



Fonte: Silva; Wartha (2018).

Na SEA construída buscou-se situar as atividades no centro do losango, conforme recomendação de Silva e Wartha (2018).

A SEA foi desenvolvida em cinco aulas, conforme o Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 – SEA.

Aula / Duração	Atividades	Objetivos de Aprendizagem	Recursos
1 / 50 min	Aplicação de questionário diagnóstico sobre a história da TP.	Identificar os conhecimentos prévios sobre a TP.	Questionário impresso.
2 / 50 min	Apresentação e leitura do e-book sobre o desenvolvimento da TP.	Compreender o desenvolvimento histórico da TP.	Notebook, Datashow, e-book.
3 / 50 min	Debate sobre a distinção entre elemento químico e substância simples no contexto de Mendeleev.	Analisar os conceitos fundamentais para a organização da TP.	Slides e imagens do e-book.
4 / 50 min	Realização de atividade em grupo para resolver uma situação-problema.	Aplicar os conhecimentos construídos sobre a organização dos elementos químicos.	Fichas com informações sobre os elementos químicos.
5 / 50 min	Aplicação de <i>quiz</i> avaliativo.	Avaliar a evolução dos conhecimentos.	<i>Quiz</i> digital sobre a TP e sua história.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Mediante a aplicação dessa SEA pretende-se contribuir para a construção de aprendizagens sobre a TP e sua história. Nas aulas dois e três da SEA foi utilizado um *e-book* construído especialmente para essas aulas (Apêndice A).

### 3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Na primeira aula da SEA, os estudantes responderam a um questionário de concepções prévias (Quadro 3).

Quadro 3 – Questionário de concepções prévias.

<b>Q.1</b>	Você já ouviu falar na Tabela Periódica?
<b>Q.2</b>	O que é a Tabela Periódica dos elementos químicos?
<b>Q.3</b>	Como a Tabela periódica foi desenvolvida?
<b>Q.4</b>	Cite nomes de cientistas que contribuíram para o desenvolvimento da Tabela Periódica.
<b>Q.5</b>	Como os elementos químicos estão organizados na Tabela Periódica? Qual o critério de posicionamento?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas questões tiveram como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a TP e sua história. Esse mesmo questionário foi aplicado ao final da SEA.

Na quarta aula da SEA, os estudantes foram convidados a solucionar o seguinte problema:

**Figura 15** – Problema apresentado aos estudantes.

**SITUAÇÃO-PROBLEMA**  
Considere os seguintes elementos químicos:

<p style="text-align: center;"><b>Lítio (Li)</b></p> <p>Metal mole, de massa atômica 7 e número atômico 3. Forma ions <math>Li^+</math>.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Bromo (Br)</b></p> <p>Um líquido alaranjado tóxico, à temperatura ambiente, de massa atômica 80 e número atômico 35. Forma ions <math>Br^-</math>.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Iodo (I)</b></p> <p>Sólido violeta tóxico, de massa atômica 127 e número atômico 53. Forma ions <math>I^-</math>.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Potássio (K)</b></p> <p>Metal mole, de massa atômica 39 e número atômico 19. Forma ions <math>K^+</math>.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cloro (Cl)</b></p> <p>Gás amarelo pálido e tóxico, de massa atômica 35,5 e número atômico 17. Forma ions <math>Cl^-</math>.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Fúor (F)</b></p> <p>Gás amarelo pálido e tóxico, de massa atômica 19 e número atômico 9. Forma ions <math>F^-</math>.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Rubídio (Rb)</b></p> <p>Metal mole, esbranquiçado, de massa atômica 85,5 e número atômico 37. Forma ions <math>Rb^+</math>.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Sódio (Na)</b></p> <p>Metal mole, de massa atômica 23 e número atômico 11. Forma ions <math>Na^+</math>.</p>

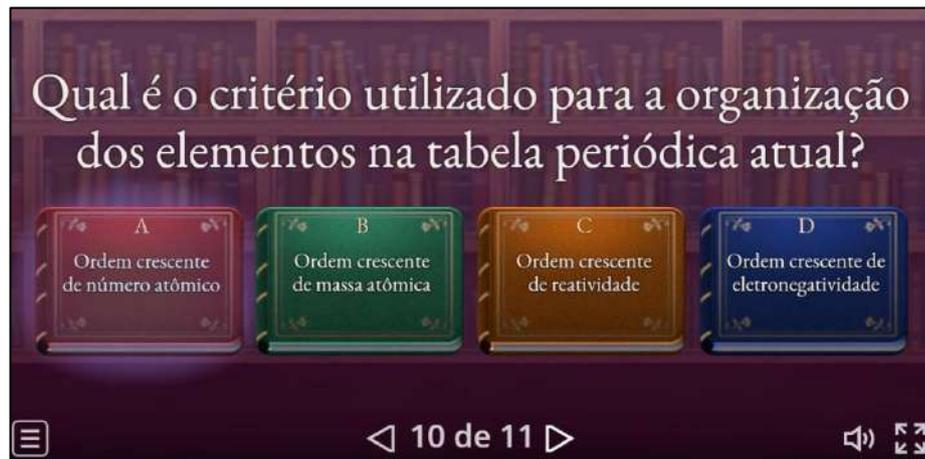
Considerando essas características, posicione esses elementos químicos em dois grupos ou famílias, como na Tabela Periódica. Justifique o posicionamento dos elementos químicos. Quais critérios você utilizou?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa aula, os sujeitos de pesquisa foram organizados em grupos. Cada grupo deveria organizar as oito fichas dos elementos químicos em duas colunas de acordo com as propriedades descritas. Foi entregue aos estudantes materiais, como papéis, lápis de cor, cola e tesouras e as fichas dos elementos. Os estudantes deveriam colar as fichas formando duas colunas de elementos. Essa atividade teve como objetivo observar se eles construíram um significado para a organização dos elementos tendo como ponto de partida as propriedades. Problema semelhante foi encontrado ao longo do século XIX quando a diversos químicos tentaram sistematizar os elementos químicos na forma de tabela (Scerri, 2020).

Na última aula da SEA os estudantes responderam a um *quiz* elaborado na plataforma digital *Wordwall*. A Figura 14 mostra uma das questões:

**Figura 16** – Pergunta do *quiz* na plataforma digital *Wordwall*.



Fonte: Acervo do autor.

O Quadro 4 traz as perguntas do *quiz*.

**Quadro 4** – Perguntas do Quiz.

<b>Q.1</b>	Quem foi o químico responsável pela criação da primeira versão da Tabela Periódica de 1869?
<b>Q.2</b>	Qual critério foi utilizado por Mendeleev para organizar os elementos químicos na Tabela Periódica?
<b>Q.3</b>	Qual é o elemento químico mais reativo do grupo dos metais alcalinos?
<b>Q.4</b>	Quantos elementos químicos são conhecidos atualmente e estão incluídos na Tabela Periódica?
<b>Q.5</b>	Qual partícula subatômica tem carga positiva e se encontra no núcleo do átomo?
<b>Q.6</b>	Qual é o nome dado às colunas verticais da Tabela Periódica?
<b>Q.7</b>	Qual é o nome dado às linhas horizontais da Tabela Periódica?
<b>Q.8</b>	Em acidentes radioativos, o estrôncio radioativo pode ser substituído por qual elemento químico não radioativo para auxiliar na recuperação de pacientes?
<b>Q.9</b>	O que é um elemento químico?
<b>Q.10</b>	Qual é o critério utilizado para a organização dos elementos na Tabela Periódica atual?
<b>Q.11</b>	Quando foi declarado o Ano Internacional da Tabela Periódica?
<b>Q.12</b>	Qual é a importância da Tabela Periódica para a ciência?

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.4 ANÁLISE DE DADOS

As respostas aos questionários e ao *quiz* foram analisadas mediante ao estabelecimento de categorias temáticas estabelecidas *a posteriori*.

Os dados coletados por meio da resolução do problema foram analisados a partir de rubricas de desempenho. Segundo Fernandes (2021, p. 4):

Para a grande maioria dos autores, as rubricas deverão incluir o conjunto de critérios que se considera traduzir bem o que é desejável que os alunos aprendam e, para cada critério, um número de descrições de níveis de desempenho. Ou seja, para um dado critério, poderemos ter, por exemplo, três, quatro ou mesmo cinco indicadores ou descritores de níveis de desempenho que deverão traduzir, se quisermos, orientações fundamentais, para que os alunos possam regular e autorregular os seus progressos nas aprendizagens que têm de desenvolver. Assim, numa rubrica, deveremos ter sempre dois elementos fundamentais: um conjunto coerente e consistente de critérios e um conjunto muito claro de descrições para cada um desses critérios.

No contexto desta pesquisa, as rubricas foram construídas para avaliar o desempenho dos estudantes na SEA (Quadro 5).

**Quadro 5** – Rubricas de desempenho.

<b>Rubrica</b>	<b>Desempenho satisfatório</b>	<b>Desempenho parcialmente satisfatório</b>	<b>Desempenho insatisfatório</b>
Posicionamento dos elementos nos grupos	Posicionou corretamente todos os elementos em seus respectivos grupos	Posicionou corretamente a maioria dos elementos em seus respectivos grupos	Posicionou incorretamente a maioria ou todos os elementos em seus respectivos grupos

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram divididos em três tópicos, no primeiro, foram analisadas as respostas ao questionário de concepções prévias. No segundo, foram analisadas as soluções para o problema. No terceiro foram avaliadas as respostas do *quiz*.

### 4.1 RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Na primeira questão, todos os sujeitos de pesquisa afirmaram já ter ouvido falar sobre a TP. Esse dado reforça a universalidade TP como símbolo universal da Química (Scerri, 2020). No entanto, isso não garante que todos apresentam uma compreensão mais profunda sobre esse objeto de conhecimento.

As respostas da questão 2, encontram-se no Quadro 6:

**Quadro 6** – Respostas dos estudantes para a segunda questão.

Sujeito	Resposta
E1	É uma tabela que consiste em juntar todos os elementos químicos
E2	É a organização de todos os elementos, ordenados por seus números atômicos, onde os elementos semelhantes ficam na mesma coluna
E3	É a organização dos elementos por números atômicos
E4	É uma tabela onde é separado os elementos químicos por grupos, onde seus números atômicos são semelhantes
E5	São elementos químicos organizados pelo peso ou nível de números atômicos
E6	É uma tabela onde estão organizados os elementos químicos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre as respostas, apenas a fornecida por E2 parece ser mais consistente, pois cita o número atômico e a semelhança entre os elementos químicos acomodados na mesma coluna. Contudo, essa resposta não apresenta a periodicidade das propriedades ao longo dos períodos. Sob a luz da HFC, a compreensão do agrupamento de elementos químicos que apresentam propriedades similares, sem qualquer ligação entre os grupos, pode ser vista nas tríades de Döbereiner (Scerri, 2019). Embora ele tenha agrupado elementos semelhantes, seu arranjo não pode ser considerado periódico, pois não havia qualquer ligação entre as tríades.

As respostas de E1 e E6 são simplistas, pois se referem apenas ao agrupamento de elementos químicos, sem mencionar qualquer critério para o posicionamento deles.

A resposta de E3 cita apenas o critério de organização, sem mencionar a periodicidade ou as semelhanças de propriedades entre os elementos químicos de um mesmo grupo ou família.

A resposta de E4 cita os números atômicos de forma equivocada, pois na TP, os elementos químicos estão posicionados em ordem crescente de número atômico segundo a atual Lei Periódica (Atkins; Jones e Laverman, 2018).

Por fim, a resposta de E5 cita a organização segundo os pesos atômicos. Esse critério de organização foi proposto desde as primeiras versões da TP, mas com a descoberta dos isóbaros e a ascensão do conceito de número atômico, deixou de ser utilizado. A primeira TP baseada em ordem crescente dos números atômicos surgiu em 1913 (Broek, 1913).

Em relação à terceira questão, as respostas estão organizadas no Quadro 7:

**Quadro 7** – Respostas dos estudantes para a terceira questão.

Sujeito	Resposta
E1	Foi desenvolvida para que as pessoas pudessem aprender todos os elementos com mais facilidade
E2	Os cientistas tiveram conhecimento da diferença de densidade, massa atômica de cada elemento. Isso influenciou a criação da tabela.
E3	Ela foi desenvolvida através de muitos estudos
E4	Perceberam que os elementos químicos têm densidades diferentes e prótons e nêutrons distintos
E5	Foi desenvolvida através de estudos sobre elementos químicos entre eles, Mendeleev um russo que conseguiu montar uma tabela, pondo em ordem e até conseguiu prever outros elementos
E6	Os químicos foram tentaram organizar a partir dos pesos atômicos e depois colocaram em ordem crescente.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nenhuma das respostas capta como a TP foi desenvolvida ao longo do século XIX. A resposta de E1, embora não intencional, pode remeter a Mendeleev, que tinha como objetivo inserir todos os elementos químicos em uma única página de seu livro para fins didáticos (Scerri, 2020).

As respostas de E2 e E4 citam propriedades que podem ou foram utilizadas para classificar os elementos químicos. No entanto, não apresenta qualquer perspectiva histórica quanto ao desenvolvimento da TP.

A resposta de E3 é totalmente evasiva. A resposta fornecida por E5 cita apenas Mendeleev, deixando para traz outros nomes importantes associados ao desenvolvimento da TP, como Meyer. A resposta de E6 cita apenas o critério mais utilizado no século XIX para organizar os elementos químicos: os pesos atômicos (Scerri, 2019). Resultado semelhante foi identificado no estudo realizado por Ritter, Cunha e Stanzani (2017), no qual nenhum dos estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental conhecia o contexto histórico desenvolvimento da TP.

Em parte, as dificuldades de aprendizagem sobre a TP podem estar relacionadas aos livros didáticos de Química. Segundo Mehlecke et al., (2012, p. 543):

Através dessa análise dos livros didáticos de química distribuídos pelo PNLEM, pode-se verificar o conteúdo tabela periódica é parcialmente apresentado em uma perspectiva histórica. O contexto histórico aparece, geralmente, como recortes e figuras anexas. Ademais, há pouca relação entre esses anexos e os textos que explicam a própria tabela periódica. Dessa forma, não se apresenta de forma clara uma relação para os leitores e estudantes sobre como o conhecimento químico e físico sobre a tabela periódica evolui.

Espera-se que as próximas edições melhorem a abordagem histórica da TP apresentando seus personagens, motivações e desenvolvimento. Como ressaltou Matthews (1995), o ensino tende a se beneficiar das abordagens históricas, desde que realizadas de forma adequada.

O Quadro 8 apresenta as respostas dos sujeitos para a quarta questão:

**Quadro 8** – Respostas dos estudantes para a quarta questão.

Sujeito	Resposta
E1	Na verdade, eu não lembro
E2	Marie Curie
E3	Antoine Laurent, Johann Wolfgang, Alexandre-Emile Béguyer, Gustav Hinrichs, Julius Lothar, Dmitri Mendeleev, Henry Gwyn, Marie Curie, Pierre Joliot-Curie, Clarice Phelps
E4	Marie Curie
E5	Alexandre de Chancourtois, Julius Lothar Meyer, Dmitri Mendeleev, Antoine Lavoisier
E6	Lavoisier, Marie Curie, Isaac Newton

Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora citada três vezes, Marie Curie, não é considerada uma descobridora da TP. No entanto, a cientista de origem polonesa descobriu dois elementos químicos: polônio e rádio e criou um método para detecção de novos elementos radioativos por meio da radiação emitida (Quinn, 1997).

Lavoisier também foi citado três vezes. O químico francês apresentou uma definição operacional para o termo elemento químico, enquanto substância simples e forneceu uma lista de substâncias simples (Figura 2). Contudo, seu nome não está associado diretamente ao desenvolvimento da TP.

Curiosamente o nome de Mendeleev foi citado apenas duas vezes, embora seja popularmente o nome mais associado ao desenvolvimento da TP. Segundo Scerri (2020), o nome do químico russo está tão associado à TP, quanto o nome de Darwin está à Evolução e Einstein à Relatividade.

As respostas para a quinta questão estão no Quadro 9:

**Quadro 9** – Respostas dos estudantes para a quinta questão.

Sujeito	Resposta
E1	Por ordem alfabética para que seja mais fácil de encontrar os elementos
E2	Por nox
E3	Eles são organizados em ordem crescente de acordo com o número de átomos
E4	Ametais, metais alcalinos terrosos
E5	Estão organizados em ordem crescente e divididos em 18 grupos, ametais, gases, sólidos, etc.
E6	Em ordem crescente de número atômico

Fonte: Elaborado pelo autor.

E1 e E3 apresentam critérios nunca utilizados para organizar os elementos na TP. Por sua vez, E2 apresenta o número de oxidação. Essa propriedade é considerada nos elementos representativos para classificá-los em um mesmo grupo. Por exemplo, os metais alcalinos apresentam sempre nox +1, os metais alcalino-terrosos nox +2, os halogênios nox -1.

Os sujeitos E4 e E5 parecem ter interpretado a pergunta de outro ponto de vista e citaram os nomes das famílias das TP.

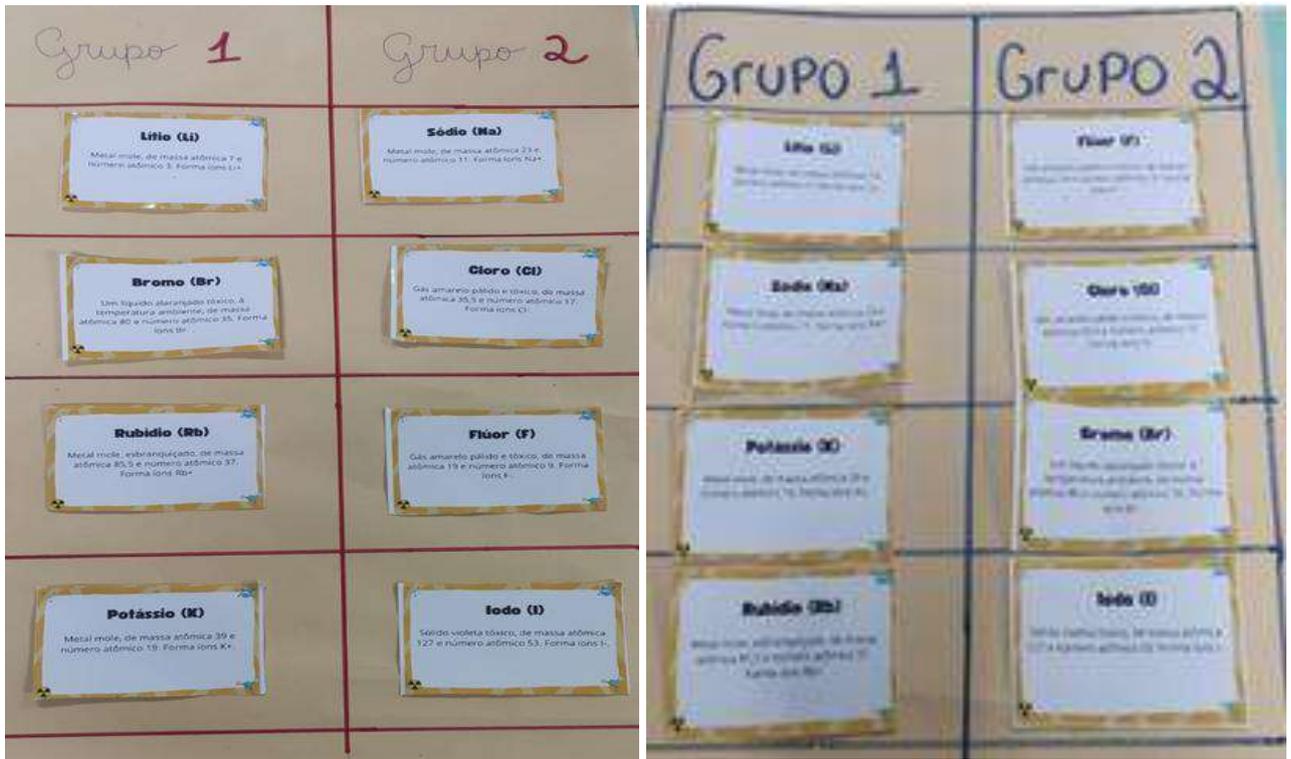
Apenas E6 mencionou corretamente o critério de ordem dos elementos químicos na TP, o número atômico. O estudo realizado por Ritter, Cunha e Stanzani (2017) identificou que os alunos não conhecem os critérios para a organização dos

elementos químicos na TP. Segundo os autores, compreender esses critérios é importante, pois: “O estudo de regularidades e de semelhanças existentes entre os elementos químicos, bem como o entendimento dos critérios de classificação, é essencial para compreensão dos fundamentos da Tabela Periódica” (Ritter, Cunha e Stanzani (2017, p. 362).

## 4.2 RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

As soluções dos dois grupos para o problema encontram-se na Figura 17:

Figura 17 – Soluções para o problema.



Fonte: Acervo do autor.

Apenas para fins de diferenciação, a primeira solução será identificada como apresentada pelo grupo vermelho de estudantes. Por sua vez, a segunda será identificada como elaborada pelo grupo azul de estudantes.

Considerando as rubricas de desempenho descritas anteriormente, o grupo vermelho apresentou desempenho insatisfatório, pois acertou apenas a posição de dois elementos químicos: Lítio e Iodo. Além disso, esse grupo inseriu um halogênio (bromo) no grupo dos metais alcalinos e um metal alcalino (sódio) no grupo dos halogênios. Adicionalmente, o grupo ainda não classificou os elementos ao longo das colunas em ordem crescente do número atômico. Pelo visto, esse grupo pode não ter

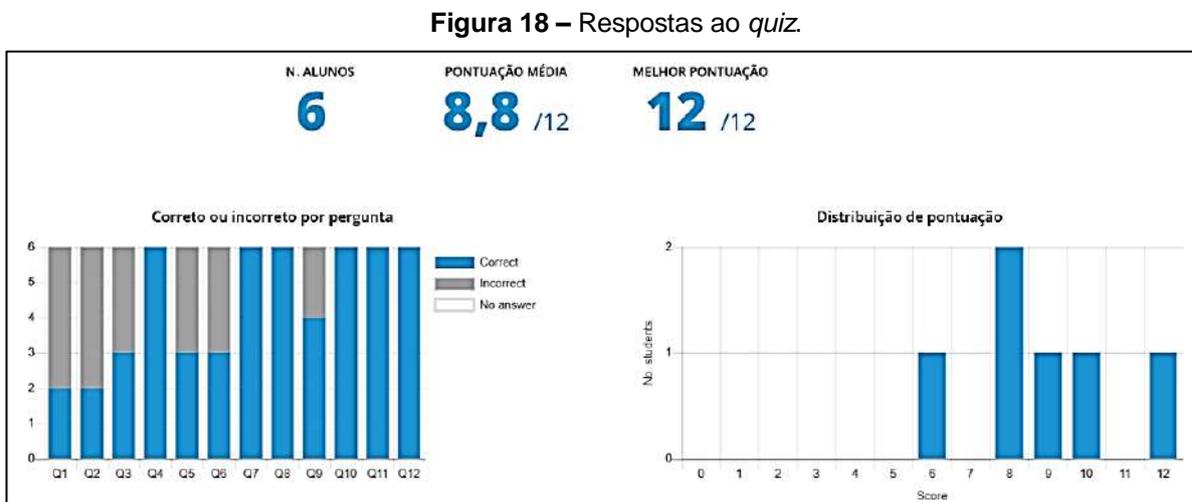
construído os conhecimentos necessários para solucionar o problema proposto.

Por sua vez, o grupo azul teve desempenho satisfatório, pois inseriu todos os elementos químicos corretamente nas colunas, seguindo as propriedades. Dessa forma, é provável que o grupo azul tenha construído os conhecimentos necessários para solucionar o problema apresentado.

Infelizmente não foram coletados dados sobre as justificativas dos estudantes para inserir os elementos nas colunas.

#### 4.3 RESPOSTAS AO QUIZ

As respostas ao *quiz* foram organizadas na Figura 18:



Fonte: Acervo do autor.

Os dados da Figura 18 foram gerados pela plataforma *Wordwall*. Chama a atenção que todos os sujeitos de pesquisa acertaram as perguntas Q7, Q8, Q10, Q11 e Q12. Entre essas questões está Q10 sobre o critério para organizar os elementos químicos na TP atual: ordem crescente de número atômico. Esse resultado é um avanço em relação ao questionário de concepções prévias no qual apenas um estudante respondeu corretamente (E6). Nesse sentido, pondera-se que a SEA foi benéfica aos estudantes, pois eles conseguiram expressar corretamente o critério para o posicionamento dos elementos na TP.

Quatro sujeitos acertaram a pergunta Q9 sobre o conceito de elemento químico. Esse resultado é importante, elemento químico é considerado um conceito estruturante dentro da Química, pois foi fundamental para o desenvolvimento dessa Ciência (Oki, 2002).

Ainda de acordo com a Figura 18, apenas um sujeito de pesquisa acertou todas as questões do *quiz*; a média geral das pontuações de todos os estudantes foi 8,8, dois sujeitos tiveram pontuação 8; um aluno obteve pontuação 6; um sujeito obteve pontuação 9; um estudante obteve pontuação 10.

A elevada média de pontuação no *quiz* sugere que os estudantes aproveitaram a SEA para melhorar o desempenho em relação à TP e sua história. Dessa forma, verifica-se que a aplicação da SEA pode ser considerada bem-sucedida, pois foi observada melhoria do desempenho dos sujeitos de pesquisa.

O conceito de elemento químico e a tabela periódica são construtos humanos fundamentais para o desenvolvimento histórico da Química e seu ensino. Dessa forma, estratégias didáticas, como a realizada neste estudo são essenciais para a compreensão da Química.

A SEA elaborada e aplicada mostrou-se uma estratégia didática eficaz ao oferecer aos estudantes uma nova visão sobre a construção histórica do conhecimento científico, com ênfase na evolução do conceito de elemento químico e no desenvolvimento da TP. Ao revelar as complexidades desses processos históricos, a SEA promoveu uma visão mais crítica e aprofundada da Química, afastando-a de uma simples memorização de fatos isolados e promovendo uma compreensão mais integrada e significativa dos conceitos científicos.

Ao desmistificar a Ciência como um conjunto de verdades absolutas e imutáveis, a SEA permitiu que os estudantes vissem a Química como uma construção humana, sujeita a revisões e aprimoramentos ao longo do tempo. Essa perspectiva, por sua vez, pode ter ajudado a desenvolver uma postura mais crítica e reflexiva em relação ao conhecimento científico, incentivando os estudantes a questionarem as informações e a buscar evidências para apoiar suas ideias. A inclusão de uma perspectiva histórica no ensino de Química é uma possibilidade de favorecer a compreensão de que a Ciência é dinâmica, coletiva e inacabada.

Os resultados obtidos ao final da SEA sugerem que os estudantes se beneficiaram dessa estratégia didática para melhorar seu desempenho em relação ao entendimento da TP, sua história e também em relação ao conceito de elemento químico.

Ao final desta dissertação observa-se que os objetivos específicos foram atingidos com sucesso, pois a SEA foi elaborada e aplicada, assim como um ebook sobre a TP e sua história foi construído.

Por fim, espera-se que a SEA elaborada seja aplicada, com ou sem modificações, em outros contextos educacionais brasileiros e que os estudantes também se beneficiem dessa estratégia didática.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BOYLE, R. **The Sceptical Chymist**. London: J. M. Dent & Sons Limited; New York: E. P. Dutton & CO. INC., 1910.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BROEK, A. Die radioelemente, das periodische system und die konstituion der atome. **Physikalische Zeitschrift**, v. 14, p. 32-41, 1913

DALTON, J. **New System of Chemical Philosophy**. Part II. London: Russell & Allen, 1810.

EGDELL, R. G.; BRUTON, E. Henry Moseley, X-ray spectroscopy and the periodic table. **Philosophical Transactions A**, v. 378, n. 2180, p. 1-33, 2020.

FERNANDES, D. **Rubricas de Avaliação**. Ministério da Educação: Lisboa, 2021.

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

GORDIN, M. D. **A Well-Ordered Thing**: Dmitrii Mendeleev and the shadow of the Periodic Table. 2. ed. Princeton: Princeton University Press, 2019.

HARTLEY, H. Stanislao Cannizzaro, F.R.S. (1826-1910) and the first International Chemical Conference at Karlsruhe in 1860. **Notes and Records of the Royal Society of London**, v. 21, n. 1, p. 56-63, 1966.

IUPAC. **Compendium of Chemical Terminology**, 5th ed. International Union of Pure and Applied Chemistry; 2025.

KISFALUDY, A. B. S.; QUEIRÓS, W. P.; NUNES, R. C. Uma tradução comentada do artigo de Amedeo Avogadro de 1811, "Tentativa de determinar as massas relativas das moléculas elementares de corpos, e as proporções nas quais eles entram nessas combinações". **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 13, n. 2, p. 335-346, 2020.

LAVOISIER, A. L. **Elements of Chemistry**: in a new systematic order, containing all the modern discoveries. New York: Dover Publications, 1965.

MAAR, J. H. **História da Química**. Parte 1, dos primórdios a Lavoisier. São Paulo: Quimlab, 2019.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

MEHLECKE, C. M.; EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M.; DEL PINO, J. C. A abordagem histórica acerca da produção e da recepção da Tabela Periódica em livros didáticos brasileiros para o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 521-545, 2012.

MENDELEEV, D. The periodic law of the chemical elements. **Journal of the Chemical Society**, v. 55, p. 634-656, 1889.

MENDELEEV, D. On the periodic regularity of the chemical elements. **Annalen der Chemie und Pharmacie**, v. 8, p. 133-229, 1971.

MENDELEEV, D. **The Principles of Chemistry**. New York: P. F. Collier and Son, 1891.

MOSELEY H. G. J. The high-frequency spectra of the elements. **Philosophical Magazine**. Series 6, n. 153, v. 26, p. 1024-1034, 1913.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento da Antiguidade à Modernidade. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 21-25, 2002.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação. Currículo do Estado de Pernambuco: Etapa do Ensino Médio. Recife: SEE, 2012.

QUINN, S. **Marie Curie: uma vida**. São Paulo, Scipione, 1997.

RITTER, O. M. S.; CUNHA, M. B.; STANZANI, E. L. Discutindo a classificação periódica dos elementos e a elaboração de uma Tabela Periódica interativa. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 359-375, 2017.

ROONEY, A. **A História da Química: da tabela periódica à nanotecnologia**. São Paulo: M. Books, 2019.

SANTIN FILHO, O. O Congresso de Karlsruhe: pressupostos e controvérsias. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 27, p. 22-54, 2023.

SCERRI, E. **The Periodic Table: its story and its significance**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2020.

SCERRI, E. The many questions raised by the dual concept of “element” *In*: SCERRI, E.; GHIBALDI, E. **What is a Chemical Element?** New York: Oxford University press.

SCERRI, E. **A Tabela Periódica**: uma breve introdução. 2. ed. Rio do Sul: Unidavi, 2021.

SILVA, E. L.; WARTHA, E. J. Estabelecendo relações entre as dimensões pedagógica e epistemológica no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 2, p. 337-354, 2018

SPRONSEN, J. W. **The Periodic System of Chemical Elements**: a history of the first hundred Years. Amsterdam: Elsevier, 1969.

STRATHERN, P. **O Sonho de Mendeleiev**: a verdadeira história da Química: Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

TARGINO, A. R. L.; BALDINATO, J. O. Análise das estratégias de ensino utilizadas para o ensino da Tabela Periódica. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 324-333, 2016.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A História da Ciência nos Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

## APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

# A HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DA TABELA PERIÓDICA



## SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE  
PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE  
QUÍMICA MESTRADO PROFISSIONAL  
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL  
PROFQUI**



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL RURAL  
DE PERNAMBUCO**

**Edson da Silva Modesto  
Lucas dos Santos Fernandes**



**A HISTÓRIA DO  
DESENVOLVIMENTO  
DA TABELA  
PERIÓDICA**

Tudo aquilo que o homem ignora não  
existe para ele, por isso o universo de cada  
um se resume ao tamanho de seu saber. -  
Albert Einstein.

O ebook, **A história do desenvolvimento da tabela periódica**, foi desenvolvido durante o curso de mestrado profissional em Química em rede nacional – PROFQUI/UFRPE, de modo que possa ser utilizado por docentes da área das Ciências da Natureza, especialmente no ensino de Química.

Apresenta uma proposta de sequência didática sobre o conteúdo **O desenvolvimento da tabela periódica** dentro de uma perspectiva histórica, com foco em promover uma abordagem contextualizada e integrada ao ensino dessa temática.

Este e-book inicia-se com a apresentação de textos e imagens que relacionam os principais cientistas às suas contribuições e experiências de classificação dos elementos químicos, inicialmente compreendidos como substância simples.

Os textos exploraram a vida e obra de figuras de destaque nas ciências, que, em diferentes contextos, desenvolveram a linguagem química e estabeleceram leis fundamentais para a compreensão dos conceitos de substâncias simples, como fez Antoine Laurent Lavoisier.

Destaca os esforços de cientistas visionários que ousaram identificar padrões na natureza química, como Johann Döbereiner, ao desenvolver suas tríades, e cientistas como John Newlands, que inovaram ao propor classificações baseadas nas semelhanças das propriedades dos elementos (substâncias simples).

Mostra nomes pouco divulgados nos livros didáticos, como William Odling e Gustavus Hinrichs que inovaram em suas representações da tabela periódica.

Estudiosos dedicados a buscar dados confiáveis com Julius Lothar Meyer que desenvolveu suas tabelas preocupando-se com a consistência das informações.

Trás um russo que, de forma extraordinária, sistematizou minuciosamente todas as propriedades dos elementos conhecidos em fichas chegando a prever a existência de novos. Dmitri Mendeleiev, em um feito tão notável, estabeleceu seu nome como sinônimo de tabela periódica.

O ebook também destaca cientistas que transcenderam as barreiras da química, impactando o avanço das ciências como um todo, incluindo Henry Moseley, que determinou a “variável independente” da tabela periódica com determinação do número atômico, e Glenn T. Seaborg, que ampliou a tabela com a descoberta de elementos transurânicos.

As contribuições femininas relacionadas à construção da tabela recebem atenção. Nomes como Marie-Curie e sua filha, Ellen Swallow Richards, Lise Meitner, Harriet Brooks, Clarice Phelps, enfim, nomes de doze cientistas que, embora frequentemente subestimadas, sempre foram presentes na construção da ciência.

A trajetória desses cientistas reflete os desafios e superações que marcam a história das ciências, em especial da química, reforçando que o avanço do conhecimento científico é uma construção humana coletiva, permeada por dificuldades e conquistas que inspiram as gerações futuras.

A sequência didática apresentada constitui uma entre várias outras ferramentas que podem contribuir para o aprendizado dos estudantes, entretanto não se constitui absoluta, engessada mas sim, ajustável ao público-alvo.

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>06</b>
<b>2. ANTOINE LAURENT LAVOISIER</b>	<b>08</b>
<b>3. JOHANN WOLFGANG DÖBEREINER</b>	<b>10</b>
<b>4. ALEXANDRE-ÉMILE BÉGUYER DE CHANCOUTOIS</b>	<b>11</b>
<b>5. JOHN ALEXANDER REINA NEWLANDS</b>	<b>12</b>
<b>6. WILLIAM ODLING</b>	<b>14</b>
<b>7. GUSTAVUS HINRICHS</b>	<b>16</b>
<b>8. JULIUS LOTHAR MEYER</b>	<b>17</b>
<b>9. DIMITRI MENDELEEV</b>	<b>19</b>
<b>10. HENRY GWYN JEFFREYS MOSELEY</b>	<b>22</b>
<b>11. GLENN T. SEABORG</b>	<b>25</b>
<b>12. MULHERES NAS CIÊNCIAS</b>	<b>26</b>
<b>13. TABELA PERIÓDICA ATUAL</b>	<b>30</b>
<b>14. REFERÊNCIAS</b>	<b>32</b>
<b>15. SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>	<b>34</b>
<b>16. ANEXOS</b>	<b>40</b>



Ao levarmos em consideração fatos, relatos, reflexões sobre a história do desenvolvimento da Tabela Periódica, focando em alguns detalhes, frequentemente omitidos pelos livros didáticos, podemos ter uma ideia aproximada de que os grandes cientistas eram pessoas comuns cheias de curiosidade e forte determinação.

Trazer essa reflexão para a sala de aula não só permite que os estudantes compreendam o conteúdo, mas também que eles entendam como o saber científico nasce. A história da construção da tabela periódica, por sua vez, mostra como vários cientistas ajudaram, com o tempo, a organizar os elementos através dos conhecimentos e limitações de cada período mostrando como a sociedade e a cultura afetaram suas descobertas.

Sobre incluir a contextualização histórica, a BNCC (BRASIL, 2018), ressalta:

Ainda com relação à contextualização histórica, propõe-se, por exemplo, a comparação de distintas explicações científicas propostas em diferentes épocas e culturas e o reconhecimento dos limites explicativos das ciências, criando oportunidades para que os estudantes compreendam a dinâmica da construção do conhecimento científico (Brasil, p.550).

Essa abordagem permite explorar os desafios éticos e morais enfrentados por esses cientistas, além de ressaltar a ciência como uma construção humana coletiva e gradual influenciada por contextos socioculturais (PICOLLI; LOPES, 2013).

Com a análise de episódios históricos das ciências, em particular, da história do desenvolvimento da Tabela Periódica nas aulas, pode-se evidenciar como o avanço científico é moldado pelas condições sociais, políticas e econômicas de cada época.

Embora tal abordagem talvez não resolva todos os desafios do ensino de ciências (BALDINATO; PORTO, 2007), ela certamente pode, segundo Matthews (1994), torná-lo mais humano e interessante. Ao incorporar ao ensino de química sobre a história da tabela periódica, desmistifica-se o ensino baseado na memorização, que pouco contribui para uma aprendizagem significativa, e promove-se uma compreensão mais ampla permitindo a articulação de ideias, estimulando a curiosidade e a reflexão crítica nos estudantes.

Lobato, (2020, pág. 1359), ressalta a importância de incluir estudos sobre episódios da história das ciências de modo a compreender sua dinâmica.

Refletir sobre o dinamismo natural da ciência revela que os avanços científicos não são lineares. Erros e acertos desempenharam papel fundamental na formulação e superação de conceitos e teorias. Um exemplo emblemático é a conceituação de elemento químico sob ótica atomista por John Dalton, no início do século XIX, e que se desdobrou na construção da tabela periódica quando Mendeleev a aceita .

Esse processo conta com as contribuições de cientistas pioneiros como Lavoisier, Döbereiner, Newlands, Odling, Hinrichs, Julius Lothar Meyer, Dmitri Mendeleev, Moseley e Glenn T. Seaborg, cuja dedicação permitiu definir o conceito de elemento químico e organizar a tabela periódica como a conhecemos.

É igualmente importante destacar a atuação das mulheres, como por exemplo, Marie Curie, Ida Noddack e Harriet Brooks, cujas descobertas enriqueceram a química demonstrando que as ciências é plural e permeada de múltiplas perspectivas.

Assim, o ensino da tabela periódica, ao dialogar com sua história, torna-se um instrumento poderoso para despertar a curiosidade, o senso crítico e o gosto pelo estudo. “Trata-se, pois, de contextualizar e humanizar a ciência escolar (não confundir com banalizar)”, promovendo um aprendizado mais significativo e atrativo para os estudantes. Segundo Cachapuz, Praia e Jorge (2002, pág. 368), essa abordagem exige dos professores uma “disponibilidade científica acrescida”, ao mesmo tempo em que permite desmistificar a ciência e aproximá-la da realidade dos alunos, despertando desde cedo o interesse genuíno em estudar ciência.

# ANTOINE LAURENT LAVOISIER

Nascido em 26 de agosto de 1743 em Paris, França, Lavoisier estudou no prestigiado Collège des Quatre-Nations ou Mazarin, recebendo uma educação sólida em matemática, ciências e literatura. Lavoisier demonstrou habilidades excepcionais em ciências seguindo cursos de professores renomados entre eles Etienne Bonnot de Marly de Condillac (1715 - 1780) que influenciou a elaboração do seu Tratado elementar de química (Traité élémentaire de chimie) tornando-se um dos principais químicos de sua época.

Em 1771 casa-se com Marie-Anne Pierrette Paulze, sendo ela sua principal colaboradora, traduzindo diversos trabalhos e ilustrando sua principal obra. Já no ano seguinte, Lavoisier passa a integrar a classe de química da Academia Real de Ciências e, em 1775, ingressa na Régie des poudres et salpêtres (Administração de Pólvora e Salitre).

Apesar de sua fama reconhecida dentro do país e fora dele, durante a Revolução Francesa, Lavoisier foi acusado de traição, preso e condenado à guilhotina sendo executado em 8 de maio de 1794, aos 50 anos de idade.

**"Imponderáveis" é um termo que se refere a substâncias que não possuem peso mensurável. Lavoisier acreditava que algumas "substâncias" (ele acreditava ser substância), entre elas a luz e o calor (calórico), não possuíam massa e, portanto, não podiam ser pesadas ou medidas utilizando os métodos disponíveis na época. No que se refere a tabela das substâncias simples elaborada por Lavoisier, esses imponderáveis eram classificados como elementos (substâncias simples) distintos, juntamente com outras substâncias simples.**



Lavoisier, em sua obra, apresenta a conservação da massa como um princípio fundamental da Química que deve orientar todos os trabalhos na área. Esse princípio contrariava a visão simplista de um método científico indutivo único, defendendo que algumas leis científicas podem ser consideradas verdadeiras e usadas como base para experimentos.

Destaca-se que Lavoisier foi primeiro a considerar a conservação das massas explicitamente e estendendo-a aos elementos (substâncias simples) químicos (substâncias simples) para os quais deu uma nova definição:

**"Se, pelo termo elementos (substâncias simples) quisermos expressar aqueles átomos simples e indivisíveis dos quais a matéria é composta, é extremamente provável que nada saibamos sobre eles.**

Entretanto, se aplicarmos o termo elementos (substâncias simples) [...] para expressar nossa idéia do último ponto que a análise é capaz de alcançar, devemos admitir, como elementos (substâncias simples), todas as substâncias nas quais somos capazes, por quaisquer meios, de reduzir os corpos por decomposição [...]. E nunca devemos supô-las como compostas, até que o experimento e a observação provem que são."

(Lavoisier, 1790, p. xxiv)

Em 1789, Lavoisier publica uma tabela na qual reunia 33 elementos (substâncias simples) (substâncias simples) divididos em quatro classes distintas. A primeira classe era composta por cinco substâncias, sendo que as duas primeiras, luz e calórico, eram consideradas imponderáveis.

Além dessas, as substâncias oxigênio, azoto (nitrogênio) e hidrogênio também eram classificadas como substâncias simples. Essas substâncias eram denominadas "simples" porque, na concepção de Lavoisier, não podiam ser decompostas em outras substâncias mais simples.

Embora, muitas das substâncias incluídas na tabela fossem de fato elementos (substâncias simples), algumas outras eram na verdade substâncias compostas e hoje, à luz da ciência moderna, cinco são reconhecidas como óxidos e três são radicais.

Esta tabela poderia ser considerada como a "pré-história da Tabela Periódica uma vez que organizava e classificava os elementos (substâncias simples). Além disso, a tabela usava um novo sistema de nomenclatura química elaborado por Lavoisier e seus colaboradores, evidenciando a definição operacional dada ao termo elemento químico.

Assim, a importância da tabela das substâncias simples de Lavoisier e a lei de conservação das massas alicerçaram a compreensão da organização dos elementos (substâncias simples) que levariam a elaboração da Tabela Periódica moderna.

	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes &amp; qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur.
	Calorique.....	Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.
	Oxygène.....	Air déphlogistiqué. Air empiréal. Air vital. Bâse de l'air vital.
	Azote.....	Gaz phlogistiqué. Mofete. Bâse de la mofete.
	Hydrogène.....	Gaz inflammable. Bâse du gaz inflammable.
<i>Substances simples non métalliques oxidables &amp; acidifiables.</i>	Soufre.....	Soufre.
	Phosphore.....	Phosphore.
	Carbone.....	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Inconnu.
	Radical fluorique.	Inconnu.
<i>Substances simples métalliques oxidables &amp; acidifiables.</i>	Radical boracique..	Inconnu.
	Antimoine.....	Antimoine.
	Argent.....	Argent.
	Arénic.....	Arénic.
	Bismuth.....	Bismuth.
	Cobolt.....	Cobolt.
	Cuivre.....	Cuivre.
	Etain.....	Etain.
	Fer.....	Fer.
	Manganèse.....	Manganèse.
<i>Substances simples salifiables terreuses.</i>	Mercure.....	Mercure.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
	Zinc.....	Zinc.
	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie.....	Magnésie, bâse du sel d'Épsem.
	Baryte.....	Barote, terre pesante.
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, bâse de l'alun.
	Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.

Tabela dos 33 elementos (substâncias simples) de Lavoisier (LAVOISIER, 1789, v.1, p.192).

O matemático francês Joseph-Louis Lagrange em referência à morte de Antoine Laurent Lavoisier expressou sua admiração e reconhecimento pela perda irreparável da mente brilhante de Lavoisier, afirmando que:

*"Não necessitaram senão de um momento para fazer cair essa cabeça e cem anos, não serão suficientes para reproduzir outra semelhante"*

A citação ressalta a importância e o impacto significativo do trabalho de Lavoisier na ciência e destaca a perda trágica que sua execução representou para a comunidade científica da época.

### CURIOSIDADE

Segundo José Atílio Vanin, membro fundador da Sociedade Brasileira de Química, a frase "Na natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma" não é de autoria de Lavoisier. e sim um resumo do Livro I do poema De rerum natura, do filósofo latino Tito Lucrecio Caro (96-55 a.C.).



# Johann Wolfgang Döbereiner

Químico alemão visionário, nascido em 13 de dezembro de 1780 em Holf, Baviera, desempenhou um papel crucial na tentativa de relacionar os elementos (substâncias simples) químicos e suas propriedades. A partir da publicação dos pesos atômicos mais precisos por Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), Döbereiner lança a ideia de tríades de elementos (substâncias simples) cujo peso atômico do elemento central era a média aproximada dos pesos atômicos dos outros dois. Isso abriu caminho para que outros cientistas pudessem investigar e ter uma compreensão mais profunda das relações entre as propriedades dos elementos (substâncias simples) e seus pesos atômicos.

O surgimento da teoria atômica trouxe novas perspectivas que permitiram encontrar relações entre o peso atômico e as propriedades dos elementos (substâncias simples) químicos.

Foram diversas tentativas, mas em 1817, o professor alemão Johann W. Döbereiner (1780-1849), ao agrupar o cálcio, estrôncio e bário, percebeu que o peso atômico do estrôncio era muito próximo da média dos pesos atômicos dos outros dois. Esses grupos ficaram conhecidos como tríades.

Outro exemplo notável de suas observações é a tríade formada pelo cloro, bromo e iodo. Döbereiner observou que esses elementos (substâncias simples) eram similares em termos de propriedades e que seus pesos atômicos aumentavam de forma progressiva, com valores de 35,5, 80 e 127, respectivamente.

Essa regularidade curiosa sugeriu uma regularidade numérica entre os elementos (substâncias simples) e inspirou vários outros cientistas ao longo do século XIX e lançou as bases para o desenvolvimento futuro da Tabela Periódica.

Outros cientistas, como Germain I. Hess, Leopold Gmelin e Walter Nernst, também realizaram estudos sobre as similaridades nas propriedades químicas dos elementos (substâncias simples). Hess introduziu o conceito de "família" para descrever grupos de elementos (substâncias simples) com propriedades semelhantes, enquanto Gmelin e Nernst propuseram novas tríades com relações numéricas entre os pesos atômicos dos elementos (substâncias simples).

As descobertas de Döbereiner inspiraram os esforços posteriores de Mendeleev na criação de uma tabela mais completa e abrangente.

Mendeleev, ao construir sua própria versão da Tabela Periódica, expandiu as ideias de Döbereiner e desenvolveu um sistema que levava em consideração não apenas as semelhanças de propriedades, mas também a variação sistemática dos pesos atômicos.

A contribuição de Döbereiner teve um impacto duradouro na forma como os cientistas abordavam a classificação dos elementos (substâncias simples).

TRÍADES	MASSAS ATÔMICAS	MÉDIA
Cloro (Cl)	35,5	$\frac{35,5+127}{2} \cong 80$
Bromo (Br)	80	
Iodo (I)	127	



# Alexandre-Émile Béguyer De Chancourtois

A descoberta da periodicidade química foi atribuída a Alexandre-Émile Béguyer De Chancourtois (1820-1886), um geólogo francês do século XIX. Em suas pesquisas, De Chancourtois organizou os elementos (substâncias simples) em uma espiral inclinada a 45° em 16 seções ao redor de um cilindro de metal, colocando-os em ordem crescente de pesos atômicos ao qual chamou de vis tellurique ou parafuso telúrico.

Ao observar a disposição dos elementos (substâncias simples), ele notou que os elementos (substâncias simples) quimicamente semelhantes ficariam em linhas verticais que atravessavam a espiral à medida que o cilindro girava. Essa descoberta revelou que os elementos (substâncias simples), quando organizados em sua ordem natural, pareciam se repetir regularmente.

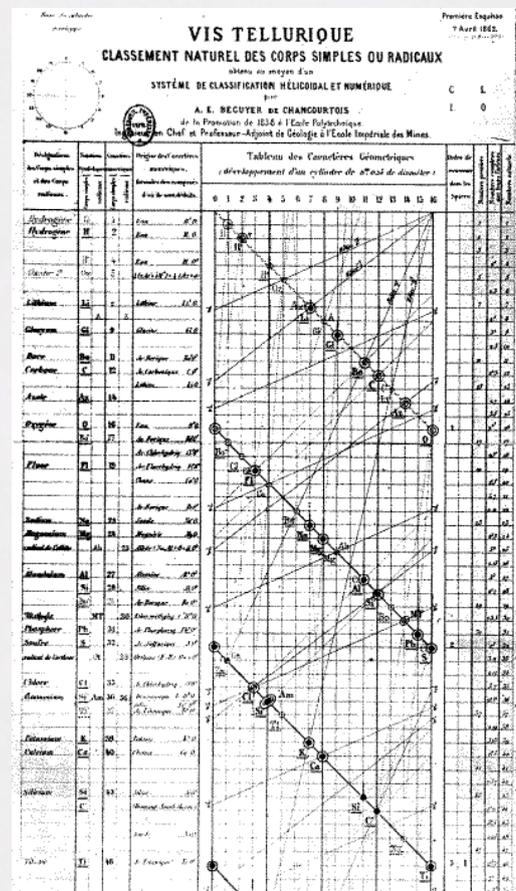
De Chancourtois percebeu que a periodicidade ou repetição era uma propriedade fundamental dos elementos (substâncias simples), entretanto, a causa por trás dessa repetição química permanecia um mistério na época.

Infelizmente, a primeira publicação importante de De Chancourtois não chamou a atenção da comunidade científica da época não incluía o gráfico original de seu trabalho, o que foi um grande revés.

Para remediar essa falha, ele republicou seu diagrama posteriormente, porém a dificuldade de representação e de visualização da estrutura tridimensional de



seu Parafuso Telúrico associado ao viés geológico de seu artigo não despertou o interesse dos especialistas em química.



Parafuso Telúrico de Alexandre-Émile Béguyer De Chancourtois

Por fim, sua descoberta não foi totalmente compreendida e apreciada porque estava além de seu tempo, exigindo avanços adicionais na compreensão dos elementos (substâncias simples) e suas propriedades para serem totalmente reconhecidos e valorizados.



# JOHN ALEXANDER REINA NEWLANDS

A CONCEPÇÃO DA TABELA PERIÓDICA É MARCADA HISTÓRIAS NOTÁVEIS PROTAGONIZADAS POR PESSOAS QUE ENFRENTARAM DESAFIOS MOVIDOS PELA CURIOSIDADE. ENTRE ELES, DESTACA-SE JOHN ALEXANDER REINA NEWLANDS, UM QUÍMICO INDUSTRIAL INGLÊS, FILHO DE ITALIANA. SUA CONTRIBUIÇÃO, CONHECIDA COMO A LEI DAS OITAVAS, PROPÕS UMA RELAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS ELEMENTOS E SEUS PESOS ATÔMICOS DEMONSTRANDO UMA REGULARIDADE SEMELHANTE AS QUE OCORRIAM COM AS NOTAS MUSICAIS.



Newlands utilizando os pesos atômicos determinados por Stanislaw Cannizzaro (1826 – 1910) exibido no Congresso Internacional de Química de Karlsruhe na Alemanha, em 1860, listou os elementos (substâncias simples) em ordem crescente de peso atômico dispoñdo-os em grupos de 8.

A partir daí, percebeu que as propriedades do primeiro elemento da série se repetiam regularmente as propriedades do oitavo. A isso, chamou de “Lei das Oitavas”.

Sua ideia de numerar ordinalmente os elementos (substâncias simples), como por exemplo Hidrogênio = 1 e Tório = 56, ainda que desconhecido, antecipava o conceito de número atômico.

Apesar disso, Newlands foi bastante criticado e, parte disso deveu-se a analogia entre a periodicidade das propriedades dos elementos químicos (substâncias simples) e as escalas das notas musicais (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si, dó...) e por ele não ser um químico acadêmico.

Em 1866, ao apresentar oralmente sua pesquisa na Chemical Society, George Carey Foster (1835-1919), o questionou, ironicamente, sobre a possibilidade de tentar organizar os elementos (substâncias simples) em ordem alfabética.

É interessante salientar que ocorriam diversas contradições em seu trabalho. Substâncias tiveram suas posições alteradas ou estavam em um grupo a qual não pertenciam.



Um exemplo foi o caso dos metais cobalto e níquel que foram colocados entre o bromo e o cloro, onde normalmente não pertenceriam, e o telúrio foi posicionado antes do iodo, apesar de possuir peso atômico maior.

A Chemical Society decidiu recusar a publicação da pesquisa de Newlands, embora outras revistas de química tenham publicado outros artigos de sua autoria.

É importante destacar que o trabalho de Newlands não foi em vão, mesmo que tenha sido inicialmente subestimado. Sua coragem em desafiar as convenções científicas da época e sua busca por padrões abriram portas para uma nova era na classificação e compreensão dos elementos (substâncias simples).

Seu trabalho permitiram que outros cientistas explorassem ainda mais essas relações na busca, essencialmente, de evidências que confirmassem os pesos atômicos como característica fundamental da matéria e, eventualmente, levou ao estabelecimento de uma estrutura mais completa e precisa para a Tabela Periódica.

Em 1887, a Royal Society lhe concedeu a prestigiosa Medalha Davy em reconhecimento a sua notável contribuição à ciência na descoberta da periodicidade dos elementos químicos (substâncias simples), cinco anos após a honraria ser concedida a Lothar Meyer e a Dmitri Mendeleev.

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50		
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51		
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Hg 52		
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Tl 53		
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54		
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55		
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Th 56		

A Tabela das Oitavas de Newlands



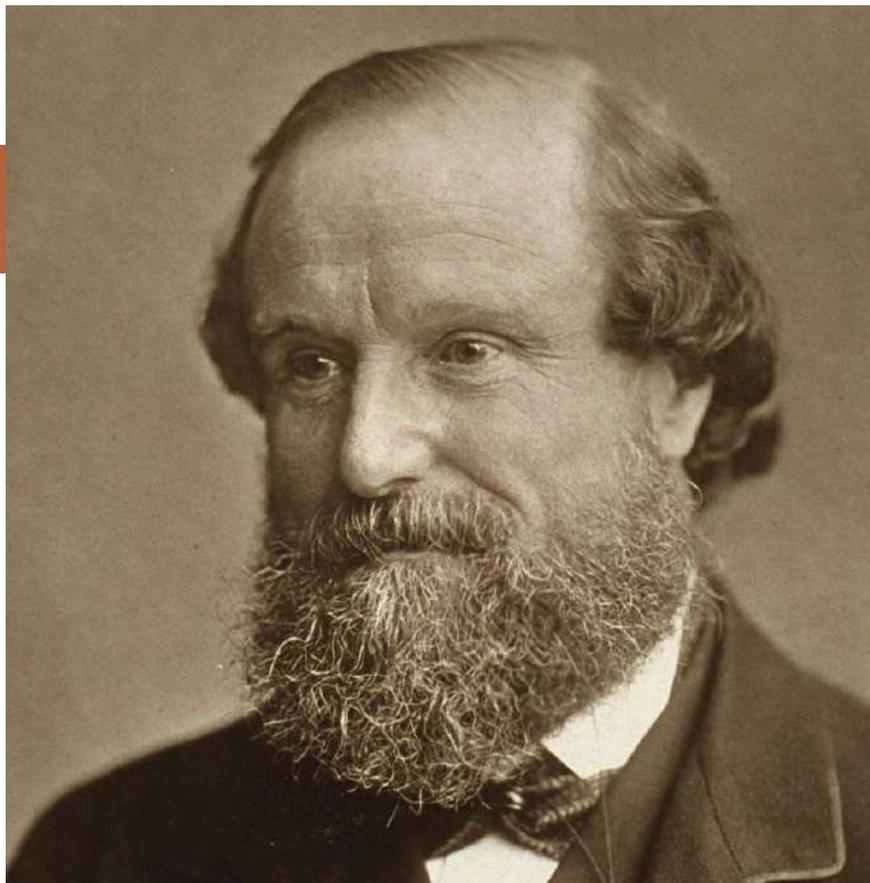
Medalha Davy concedida a Linus Pauling. Disponível em: <https://scarc.library.oregonstate.edu/coll/pauling/awards/1947h.9-medal-obverse.html>

## CURIOSIDADE

A Medalha Davy é um prêmio científico concedido pela The Royal Society, de Londres para cientistas que se destacaram nas áreas da química, física ou biologia. Este prestigiado prêmio é uma homenagem ao químico e inventor britânico Sir Humphry Davy (1778 – 1829), considerado um dos grandes propagadores da química do século XIX. Concedida anualmente, a Medalha Davy reconhece os feitos e avanços científicos significativos realizados por pesquisadores, sendo considerada uma das mais relevantes honras no campo científico no Reino Unido.



# WILLIAM ODLING



O químico inglês William Odling, filho de cirurgião, nasceu em 5 de setembro de 1829, na cidade de Southwark, Londres.

Odling fez importantes contribuições para a classificação dos elementos (substâncias simples), desenvolvendo um sistema muito semelhante a Tabela Periódica moderna.

Sua organização considerou as propriedades dos elementos (substâncias simples) bem como as propriedades dos seus compostos.

Odling seguiu o caminho de Newlands e organizou, em 1864, os elementos (substâncias simples) em ordem crescente de peso atômico, destacando também a semelhança entre os elementos (substâncias simples) em colunas verticais.

Sua tabela apresentava uma notável coerência e demonstrava uma compreensão avançada das relações entre os elementos (substâncias simples).

Odling, influenciado pelo ponto de vista de Cannizzaro e após participar da conferência de Karlsruhe, decidiu publicar sua própria versão da tabela periódica.

No entanto a descoberta de Odling não foi prontamente aceita, mesmo considerando suas credenciais acadêmicas impecáveis.

Ele era um proeminente químico acadêmico e professor de química em Oxford. Além disso, foi membro da Royal Institution em Londres.

A falta de entusiasmo de Odling pela ideia da periodicidade química pode ter sido um fator determinante para a relutância em acreditar



O químico Stanislao Cannizzaro, nascido em 13 de julho de 1826 em Palermo, Itália, desempenhou um papel crucial no desenvolvimento da química moderna e na compreensão dos conceitos de peso atômico e moléculas. Ele é conhecido principalmente por sua contribuição na Conferência de Karlsruhe, em 1860, onde apresentou um artigo denominado "Sunto di un Corso di Filosofia Chimica" (Resumo de um Curso de Filosofia Química) onde determinava com mais precisão as massas atômicas dos elementos (substâncias simples).



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

A Tabela proposto por Odling em 1864

que essa organização sistemática dos elementos (substâncias simples) pudesse representar uma lei da natureza. Sua abordagem cautelosa e reservada pode ter influenciado a maneira como sua descoberta foi percebida pelos seus contemporâneos. Talvez eles não tenham compreendido plenamente a importância das implicações teóricas e práticas da tabela periódica proposta por ele.

Apesar de sua descoberta ter sido inicialmente subestimada, as contribuições de Odling não devem ser minimizadas. Seu trabalho estabeleceu as bases para futuras investigações e refinamentos na organização dos elementos (substâncias simples).





# JULIUS LOTHAR MEYER



FONTE: Semana (2020)

Formado em medicina, Julius Lothar Meyer foi um renomado químico alemão que nasceu em Varel, no antigo Reino da Hanôver (atualmente parte da Alemanha), em 19 de agosto de 1830.

Filho de Heinrich Friedrich August Jacob Meyer (1783 – 1850) e Anna Sophie Wilhelmine Biermann (1800 – 1853), Lothar Meyer demonstrou, precocemente, interesse pela ciência e pela química em particular.

Após concluir sua educação básica, Meyer ingressou na Universidade de Zurique, na Suíça, em 1851.

Foi durante esse período na universidade, que ele teve a oportunidade de trabalhar ao lado de cientistas de renome, como Friedrich Wöhler e Carl Gustav Jacob Jacobi.

Após concluir seu doutorado em 1858, Meyer passou a lecionar química em diversas instituições acadêmicas, incluindo a Universidade de Breslau (atualmente parte da Polônia) e a Universidade de Tübingen, na Alemanha.

Participante da conferência de Karlsruhe, Meyer ficou impressionado com as ideias de Cannizzaro e, em 1864, publica a primeira edição de seu livro que incluía uma tabela que organizava 28 elementos (substâncias simples) em ordem crescente de peso atômico e os relacionavam segundo as valências químicas.

A tabela proposta por Meyer continha espaços vazios provavelmente destinados a elementos, até então, desconhecidos e apresentava informações acerca das diferenças dos pesos atômicos em um mesmo grupo, porém em períodos distintos.

De maneira geral, o trabalho de Meyer demonstrava uma preocupação em fornecer dados com alta precisão e confiabilidade incluindo apenas elementos que possuíam dados conhecidos. Essa precisão não era observada nos químicos considerados precursores do sistema periódico.

Embora Mendeleev seja considerado, em geral, o primeiro a descobrir o sistema periódico adequado, o trabalho de Meyer sugere que ele pode ser considerado como co-descobridor.

No ano de 1868, Meyer aprimorou suas ideias e em 1870 foi publicada uma nova tabela que contava agora com 52 elementos (substâncias simples).

Embora Meyer trabalhasse de modo independente, suas ideias eram notavelmente semelhantes às de Dmitri Mendeleev, o grande cientista russo.

Ambos reconheceram em suas ideias a importância dos grupos de elementos (substâncias simples) e similaridades nas propriedades percebidas, e ambos decidiram que o arranjo desses elementos (substâncias simples) em ordem crescente de peso atômico foi um dos fatores-chave para que estas similaridades pudessem ser evidenciadas.



No entanto, houve uma diferença crucial entre Meyer e Mendeleev. Foi Mendeleev quem ousou deixar espaços vazios na tabela periódica, antecipando a descoberta de elementos (substâncias simples) futuros.

Essa previsão ousada de Mendeleev, que foi confirmada posteriormente com a descoberta dos elementos (substâncias simples) como o gálio e o germânio, proporcionando uma validação significativa de seu sistema em detrimento da tabela proposta por Lothar Meyer.

A compreensão dos padrões (periodismo) existentes na química e sua contribuição para a organização dos elementos (substâncias simples) de acordo com suas propriedades foi o grande legado de Meyer, porém não teve a mesma coragem e confiança que o russo Mendeleev.

Julius Lothar Meyer faleceu em 11 de abril de 1895, aos 64 anos de idade, deixando para trás um rico legado científico e uma contribuição fundamental para o desenvolvimento da tabela periódica e para a compreensão dos elementos (substâncias simples) químicos.

Em 1882, Lothar Meyer e Dimitri Ivanovich Mendeleev são agraciados com a Medalha Davypela Royal Society pela descoberta da Lei Periódica, mesma razão pela qual foi conferida, postumamente, também a Newlands.

	4 werthig	3 werthig	2 werthig	1 werthig	1 werthig	2 werthig
	—	—	—	—	Li = 7,03	(Be = 9,3?)
Differenz =	—	—	—	—	16,02	(14,7)
	C = 12,0	N = 14,04	O = 16,00	Fl = 19,0	Na = 23,05	Mg = 24,0
Differenz =	16,5	16,96	16,07	16,46	16,08	16,0
	Si = 28,5	P = 31,0	S = 32,07	Cl = 35,46	K = 39,13	Ca = 40,0
Differenz =	$\frac{89,1}{2} = 44,55$	44,0	46,7	44,51	46,3	47,6
	—	As = 75,0	Se = 78,8	Br = 79,97	Rb = 85,4	Sr = 87,6
Differenz =	$\frac{89,1}{2} = 44,55$	45,61	49,5	46,8	47,6	49,5
	Sn = 117,6	Sb = 120,6	To = 128,3	J = 126,8	Cs = 133,0	Ba = 137,1
Differenz =	89,4 = 241,7	87,4 = 243,7	—	—	(71 = 235,5)	—
	Pb = 207,0	Bi = 208,0	—	—	(71 = 201?)	—

Tabela Periódica de Meyer incluída em seu livro de 1864

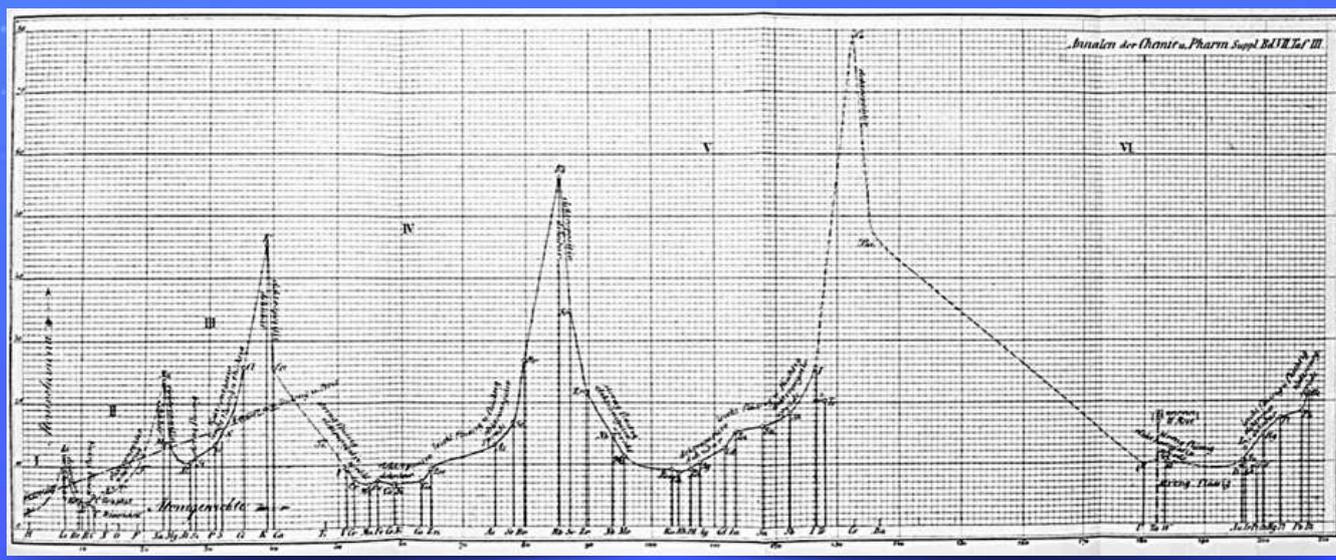
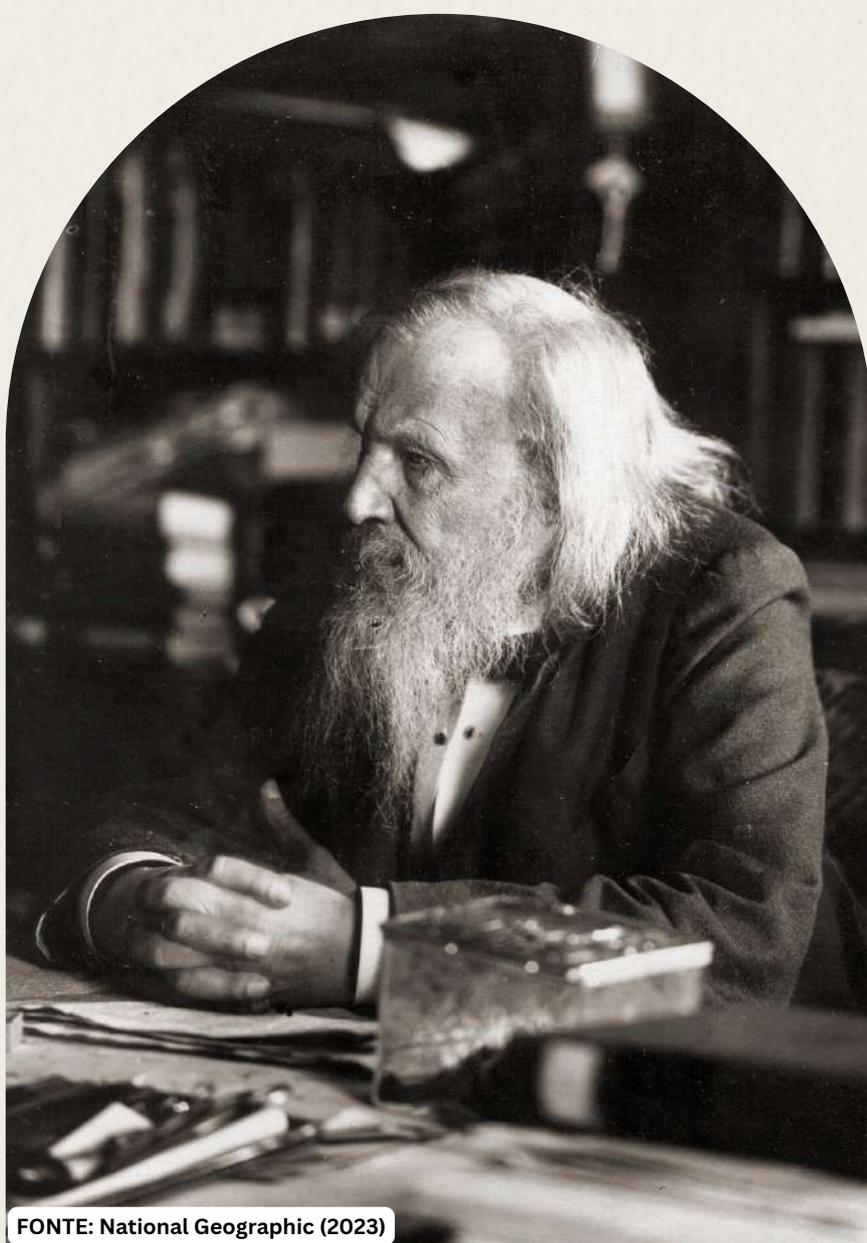


Gráfico de Meyer que relacionava os pesos atômicos ao volume atômico dos elementos químicos (substâncias simples)





FONTE: National Geographic (2023)

# DIMITRI MENDELEEV

Dimitri Ivanovich Mendeleev, o mais novo entre seus irmãos, nasceu em Tobolsk, Rússia, em 1834. Mendeleev foi impedido de estudar em Moscou devido à sua condição de siberiano e à falta de apoio político.

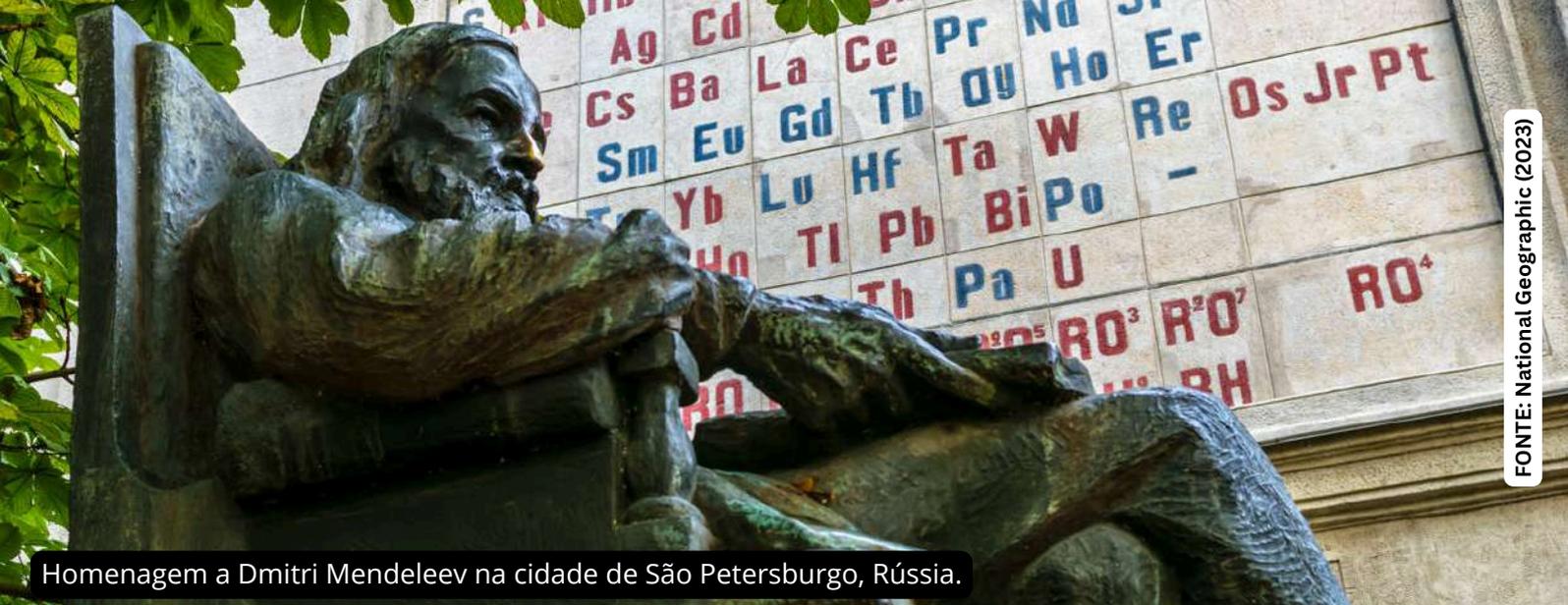
Apesar das muitas dificuldades enfrentadas, tornou-se mestre conseguindo um cargo de professor de química orgânica e físico-química na Universidade de São Petersburgo.

Desde cedo, Mendeleev mostrou talento em compilar e sistematizar metodicamente grandes quantidades de dados em seus trabalhos acadêmicos. Demonstrou interesse nas semelhanças das substâncias levando-o às tentativas de classificá-las.

Entre 1859 e 1861, trabalhando em Heidelberg, na Alemanha, recebe uma bolsa de viagem de estudos da Universidade de São Petersburgo permitindo trabalhar ao lado de H. V. Regnault (1810-1878), em Paris, e de R. W. Bunsen (1811-1899), em Heidelberg.

Nesse período, participou do 1º Congresso Internacional de Química em Karlsruhe, ocorrido em 1860, e, anos mais tarde torna-se professor de Química no Instituto Tecnológico de São Petersburgo.





Homenagem a Dmitri Mendeleev na cidade de São Petersburgo, Rússia.

A principal consequência do Congresso de Karlsruhe foi a elaboração da Lei Periódica que possibilitaram a construção da Tabela Periódica.

Mendeleev adotou as definições de átomo e molécula que foram “votadas” no início do congresso e, a partir daí, propôs uma distinção entre elementos e “corpos simples” em seu artigo “A lei periódica dos elementos químicos de 1871.

Para ele, o conceito de elemento passou a ser associado ao conceito de átomo e o peso atômico tornou-se princípio organizador de sua classificação periódica. Isso, contudo, implicou uma aceitação da teoria atômica.

Ao incorporar os pesos atômicos em seus estudos, assim como outros químicos de sua época, mas, diferentemente de seus antecessores, foi possível realizar previsões e abranger todos os elementos químicos até então conhecidos.

Mendeleev dedicou-se a organizar sistematicamente os elementos químicos conhecidos, produzindo fichas nas quais relacionava símbolos, nomes, propriedades e constantes físicas de cada um.

Em março de 1869, ao publicar o segundo volume do seu livro *Osovy Khimi* (“Princípios de Química”), Mendeleev apresenta o primeiro esboço de sua tabela periódica.

Ainda no mesmo ano, publica uma versão aprimorada de sua tabela contendo espaços vazios destinados a elementos ainda não descobertos propondo nomes homólogos aos elementos vizinhos.

Por exemplo, os nomes colocados no espaço abaixo do alumínio e no espaço abaixo do silício foram, respectivamente, eka-alumínio e eka-silício. O prefixo eka, em sânscrito, significa “semelhante a ele”.

Paul Émile Lecoq de Boisbaudran (1838-1912), trabalhando com uma blenda (sulfeto de zinco), analisando as amostras através da espectroscopia, percebeu linhas espectrais desconhecidas indicando a presença de um elemento novo chamando-o de gálio.

Ao reportar sua descoberta ao *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* indicou que o elemento recém descoberto era, na verdade, o eka-alumínio.

Segundo a historiadora americana Mary E. Weeks, Boisbaudran não conhecia o trabalho de Mendeleev ou não lhe dera a devida importância.

O fato é que chama muita atenção a proximidade das propriedades associadas ao gálio em relação ao que Mendeleev havia previsto.

Suas previsões também foram bem-sucedidas quando os elementos escândio e germânio foram descobertos por Lars F. Nilson (1840-1899) em 1879, e por Clemens A. Winckler (1838-1904), respectivamente.

As confirmações de suas previsões levou à aceitação do sistema periódico de Mendeleev no Ocidente a partir de 1875.

Ao longo do tempo, Mendeleev continuou a aprimorar sua tabela periódica, publicando novas versões e mesmo a descoberta dos gases nobres por William Ramsay (1852-1916), na década de 1890, que parecia contrapor o trabalho de Mendeleev, fortaleceu ainda mais o seu sistema, levando à inclusão dos gases nobres como o grupo 18 da tabela periódica.

Algumas inconsistências foram percebidas na organização de Mendeleev. Um caso específico foram as posições do telúrio e do iodo definidas em sua tabela de 1872. As propriedades químicas desses dois indicavam o telúrio precedendo o iodo, entretanto os pesos atômicos apontavam uma ordem inversa. Mendeleev optou por manter a mudança por praticidade denotando confiança em seu sistema.

	<i>Eka-alumínio</i>	Gálio (Ga)
<b>Peso atômico</b>	Cerca de 68	69,72
<b>Densidade do sólido</b>	6,0 g/cm <sup>3</sup>	5,9 g/cm <sup>3</sup>
<b>Ponto de fusão</b>	Baixo	29,78 °C
<b>Valência</b>	3	3
<b>Método de descoberta</b>	Provavelmente a partir de seu espectro	A partir de análise espectroscópica
<b>Óxido</b>	Fórmula Ea <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , densidade 5,5 g/cm <sup>3</sup> . Solúvel em ácidos e bases.	Fórmula Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , densidade 5,88 g/cm <sup>3</sup> . Solúvel em ácidos e bases.

Comparação entre o “Eka-aluminium” previsto por Mendeleev e o Gálio, (ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2021)

É importante ressaltar também que nem todas as previsões foram bem-sucedidas. Ademais, a descoberta das terras raras representou um desafio ao sistema periódico de Mendeleev por apresentarem grandes semelhanças entre si.

Apesar disso, a divulgação e a defesa de seu sistema, bem como seu impacto na comunidade científica aliada a sua capacidade de fazer previsões justificam a associação do nome de Dimitri Ivanovich Mendeleev à Tabela Periódica.

Mesmo tendo sido membro de diversas academias na Europa, sociedades científicas e universidades e ser considerado um dos maiores cientistas da Rússia,

lamentavelmente, Mendeleev nunca foi membro da Academia de Ciências Russa. Merecidamente, seu nome tornou-se sinônimo dessa importante ferramenta para química e, em 1882, a Royal Society de Londres outorgou-lhe a Medalha Davy (concedida também a Lothar Meyer) em reconhecimento pelo seu trabalho relacionado à tabela periódica.

[34]	Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV	Группа V	Группа VI	Группа VII	Группа VIII. Переход к группе I
Типические элементы	H = 1							
Первый период	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
— 1-й	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63
— 2-й	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 50 <sup>?</sup>	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	
Второй период	— 3-й (Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
— 4-й	Rb = 85	Sr = 87	(?Yt = 88?)	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 104, Ag = 108
Третий период	— 5-й (Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 128 <sup>?</sup>	J = 127	
— 6-й	Cs = 133	Ba = 137	— = 137	Ce = 138 <sup>?</sup>	—	—	—	
Четвертый период	— 7-й	—	—	—	—	—	—	
— 8-й	—	—	—	—	Ta = 182	W = 184	—	Os = 199 <sup>?</sup> , Ir = 198 <sup>?</sup> , Pt = 197 <sup>?</sup> , Au = 197
Пятый период	— 9-й (Au = 197)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
— 10-й	—	—	—	Th = 232	—	U = 240	—	
Высшая соль-ная окись	R <sup>20</sup>	R <sup>20</sup> или RO	R <sup>20</sup>	R <sup>20</sup> или RO <sup>2</sup>	R <sup>20</sup>	R <sup>20</sup> или RO <sup>3</sup>	R <sup>20</sup>	R <sup>20</sup> или RO <sup>4</sup>
Высшее водородное соединение			(RH <sup>3</sup> ) <sup>?</sup>	RH <sup>4</sup>	RH <sup>5</sup>	RH <sup>6</sup>	RH	—

Tabela de Mendeleev de 1871 (PULKKINEN, 2020, p. 193)



**HENRY GWYN JEFFREYS**

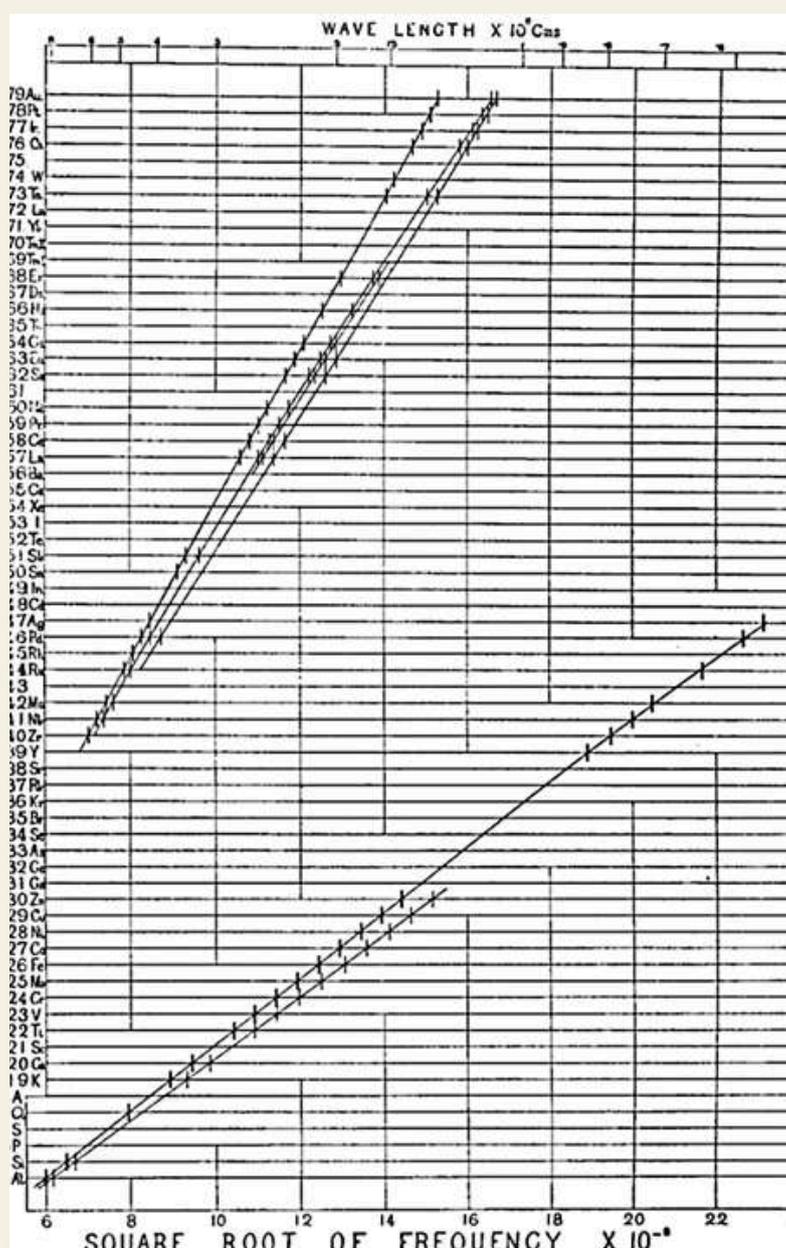
# WALSLEY



Fonte: Linda Hall Library (2016)



O fenômeno da radioatividade descoberto em 1896 pelo físico francês Antoine Henri Becquerel (1852–1908) e definido pelo casal Pierre Curie (1859-1906) e Marie Curie (1867-1934), permitiu a compreensão da estrutura nuclear dos átomos. Surgiram, a partir daí, o desenvolvimento de técnicas de bombardeamento dos elementos químicos por um feixe de elétrons. Quando isso ocorria, havia a emissão dos chamados raios X numa frequência característica de cada elemento químico quando analisadas determinadas raias do espectro descontínuo dessa radiação. A partir daqui, a Tabela Periódica ganhava um capítulo muito importante.



Henry Gwyn Jeffreys Moseley foi um físico britânico nascido em Weymouth, em 1887.

Quando esteve na Universidade de Manchester, trabalhou ao lado de Ernest Rutherford (1871-1937), ganhador do Prêmio Nobel de Química de 1908) pelo estudo da desintegração e da química de substâncias radioativas.

Já em Oxford, passou a bombardear diferentes elementos químicos com feixes de elétrons acelerados (altamente energéticos) para , medir os comprimentos de onda dos raios X gerados.

Nesse experimento, Moseley constatou que ao analisar as raias específicas do espectro descontínuo do raio X emitido era uma característica inerente de cada elemento químico e sua frequência estaria associada às cargas elétricas positivas presentes no núcleo dos átomos.

O gráfico de Moseley (LIMA; BARBOSA; FILGUEIRAS, 2019, p. 1139)



# A VARIÁVEL INDEPENDENTE FUNDAMENTAL

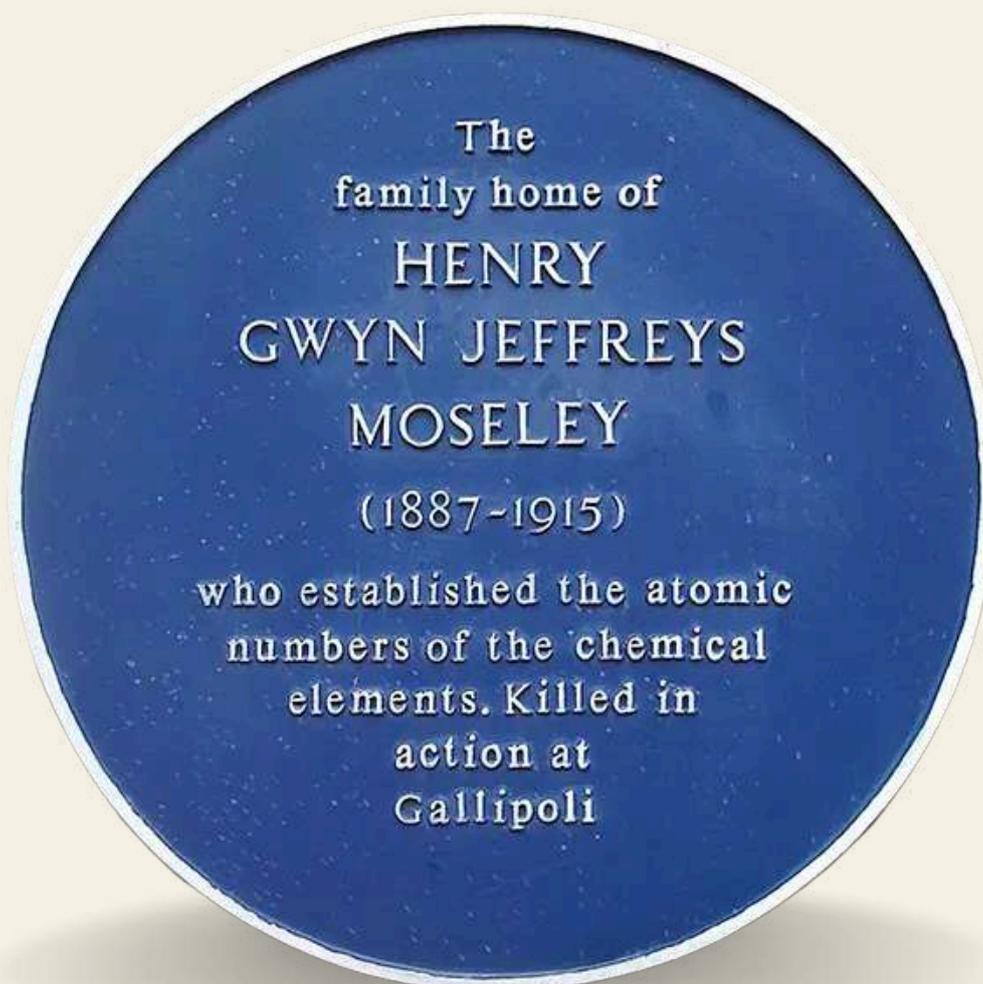
Ao montar o gráfico, relacionando o número de ordem dos elementos contidos na tabela periódica com a raiz quadrada do inverso da frequência dos raios X, era obtido uma linha reta.

Este número que ordenava os elementos químicos na tabela periódica correspondia a quantidade de prótons existentes no núcleo dos átomos e foram chamados de número atômico passando a ser um parâmetro melhor que os pesos atômicos para a organização da Tabela e discussão das propriedades dos elementos químicos.

Sua descoberta ajudou a explicar a inversão dos pesos atômicos do telúrio e do iodo feitas por Mendeleev. Na verdade, era apenas um ajustamento correto da ordem de seus números atômicos.

Ao considerar a ordem crescente dos números atômicos o problema em questão ganhava uma solução satisfatória e o número atômico se consolidava como a variável independente da Tabela Periódica.

Infelizmente, a promissora carreira científica de Henry Moseley foi tragicamente interrompida durante a Primeira Guerra Mundial ao ser atingido por um tiro de franco-atirador no Estreito de Dardanelos, na Batalha de Gallipoli, na Turquia



Homenagem a Moseley em Oxford  
Fonte: Linda Hall Library (2016)



# GLENN T. SEABORG

Em 1940, McMillan (1907-1991) e Philip H. Abelson, a partir dos produtos radioativos gerados na fissão nuclear do urânio, descobriram o netúncio e o plutônio indicando a possibilidade de nucleossíntese de elementos transurânicos.



Glenn T. Seaborg em 1969.  
Fonte: CRQ-IV/SP (2023)

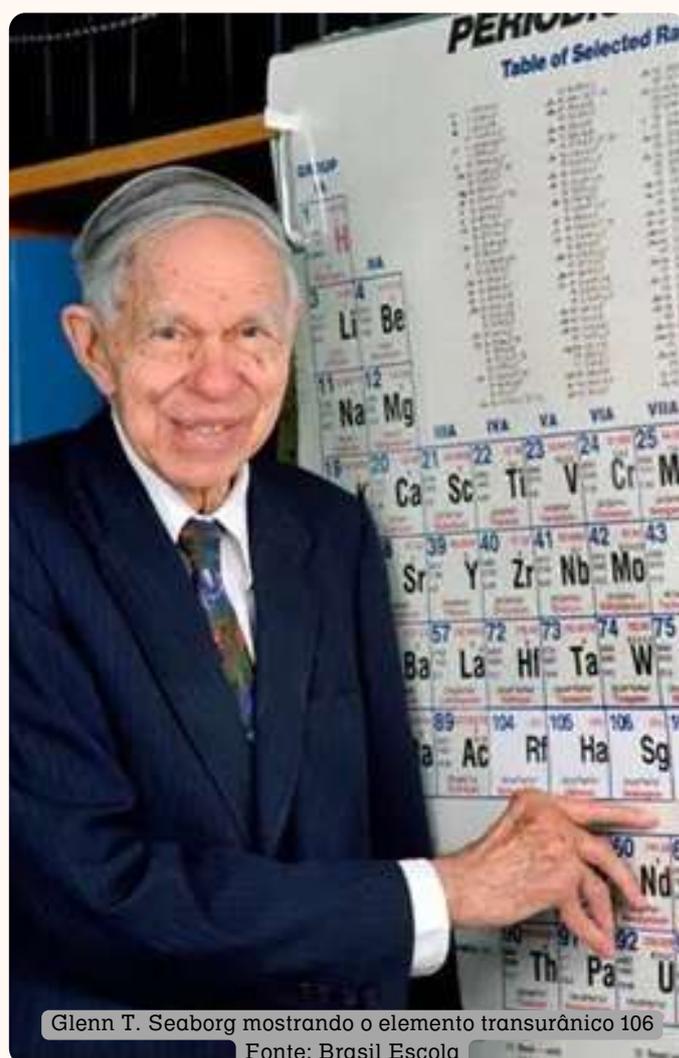
A partir desses trabalhos, diversos elementos químicos radioativos foram surgindo, alguns em quantidades infinitesimais cuja caracterização tornou-se necessário o desenvolvimento tecnológicos de análises.

Outra questão era a posição que estes elemento deveriam ocupar na Tabela Periódica.

Em 1945, Glenn T. Seaborg (1912-1999) publicou uma Tabela Periódica que incluía os elementos netúncio e plutônio posicionados após o actínio.

O grupo de pesquisas de Seaborg descobriu e caracterizou vários elementos transurânicos elementos com número atômico maior que 92. Entre os novos elementos além dos já citados estão o Plutônio (Pu), Amerício (Am), Cúrio (Cm), Berquílio (Bk), Califórnio (Cf), Einstênio (Es), Férmio (Fm), Mendelévio (Md), Nobélio (No) e Seabórgio (Sg).

Este último, de número atômico 106, foi nomeado em sua homenagem.



Glenn T. Seaborg mostrando o elemento transurânico 106  
Fonte: Brasil Escola





Lise Meitner codescobridora do protactínio  
Fonte: Revista Galileu (2022)

# MULHERES nas Ciências

CONTRIBUIÇÕES FEMININAS NA CONSTRUÇÃO DA TABELA PERIÓDICA

**VOCÊ SABIA...**  
que muitas mulheres também participaram do desenvolvimento do sistema mais importante da ciência?



# MULHERES NAS CIÊNCIAS

## Elas sempre estiveram lá

12 mulheres que fizeram história

### 1. Marie Skłodowska-Curie (1867-1934)

Uma das cientistas mais renomadas da história das ciências. Ganhadora de dois Prêmios Nobel, um em Física (1903) e outro em Química (1911), pelos seus estudos sobre radioatividade (termo criado por ela). A partir dos estudos com resíduos de produção de urânio (pechblenda) foi responsável, juntamente com Pierre Curie (1859-1906), seu marido, pelo isolamento dos elementos polônio e rádio em 1898.

Suas investigações revolucionaram a compreensão da física e química dos elementos radioativos impulsionando inúmeras pesquisas na busca por novos elementos.

### 2. Irène Joliot-Curie (1897 – 1956)

Seguindo os passos de sua mãe, Irène Joliot-Curie definiu o fenômeno da radioatividade artificial quando elementos são bombardeados por partículas alfa ou por outros elementos.

Em 1935, ela e seu marido, Frédéric Joliot-Curie (1900 – 1958), foram agraciados com o Prêmio Nobel de Química por suas pesquisas sobre a transmutação artificial de elementos.

Ambas, Marie Curie e sua filha Irène, tiveram impactos significativos nas pesquisas sobre a radioatividade natural e artificial e sobre os elementos químicos radioativos incluídos na Tabela Periódica. A família Curie deixou um legado duradouro na história da ciência.

Irène Joliot-Curie com sua mãe, Marie Curie  
Fonte: [Emilio Segre/Pinterest](#)



### 3. Ellen Swallow Richards (1842-1911)

Foi uma química industrial e ambiental pioneira em sua área, além de professora do século XIX. Destacou-se também por pioneira na engenharia sanitária e na pesquisa experimental em economia doméstica. Foi a primeira mulher aceita no prestigiado MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) e em seus estudos sobre mineralogia, em 1875, encontrou um componente insolúvel que mais tarde levaria ao conhecimento dos elementos samário e gadolínio.

### 4. Lise Meitner (1878-1968)

Comprovou, junto com Otto Hahn (1879-1968), a existência do elemento 91, o protactínio, em 1917-1918. Ela também desempenhou um papel crucial na descoberta da fissão nuclear, mas a Real Academia de Ciência da Suécia premiou com o Nobel de Química de 1944 apenas Otto Hahn pelo feito.

### 5. Ida Noddack (1878-1968)

Descobriu, junto com Walter Noddack (1893-1960) e Otto Berg (1873-1939, o masúrio (hoje tecnécio) e o rênio, em 1925. Ela também propôs a ideia da fissão nuclear em 1934.

### 6. Harriet Brooks (1876-1933)

É reconhecida por ser a primeira mulher a se tornar física nuclear no Canadá. Ela sugeriu, a partir de suas observações o recuo atômico, apesar de Otto Hahn ter anunciado a descoberta. Vale lembrar que Brooks trabalhou com Ernest Rutherford e suas experiências ajudaram a estabelecer as bases para o desenvolvimento da química nuclear.



Harriet Brooks, física canadense  
(Foto: Wikimedia Commons)  
Fonte: Revista Galileu

### 7. Stephanie Horovitz (1887-1942)

Química polonesa e judia, ornecia evidência experimental da existência de isótopos, apoiando a teoria de Frederick Soddy (1877-1956) sobre isótopos.

### 8. Margaret Todd (1859-1918)

Cunhou o termo "isótopo" e contribuiu para a compreensão da química dos elementos.

### 9. Julia Lermontova (1847-1919)

Química russa que trabalhou na separação dos metais do grupo da platina na década de 1870, logo após Mendeleev apresentar sua primeira versão da Tabela Periódica. É considerada a primeira russa a receber doutorado em química em 1874, na Alemanha.

### 10. Marguerite Perey (1909-1975)

A física francesa Marguerite Perey, conseguiu sozinha, descobrir o elemento frâncio em 1939, ao tentar fornecer a Irène Joliot-Curie e André Debierne um valor mais exato para o isótopo actínio-227, o último elemento natural a ser extraído de minerais.



Marguerite Perey (a esquerda) em 1930  
(Foto: Musée Curie/ACJC)  
Fonte: Revista Galileu



## 11. Dawn Shaughnessy (1972- )

Química nuclear americana que marcou a história da Tabela Periódica ao participar de uma equipe de cientistas do Laboratório Nacional Lawrence Livermore (LLNL) e da Rússia que permitiram encontrar cinco novos elementos pesados fleróvio (número atômico 114), moscóvio (115), livermório (116), tenesso (117) e oganesson (118) entre os anos de 1989 e 2010.



Dawn Shaughnessy no laboratório  
(Foto: Jason Laurea)  
Fonte: NIF

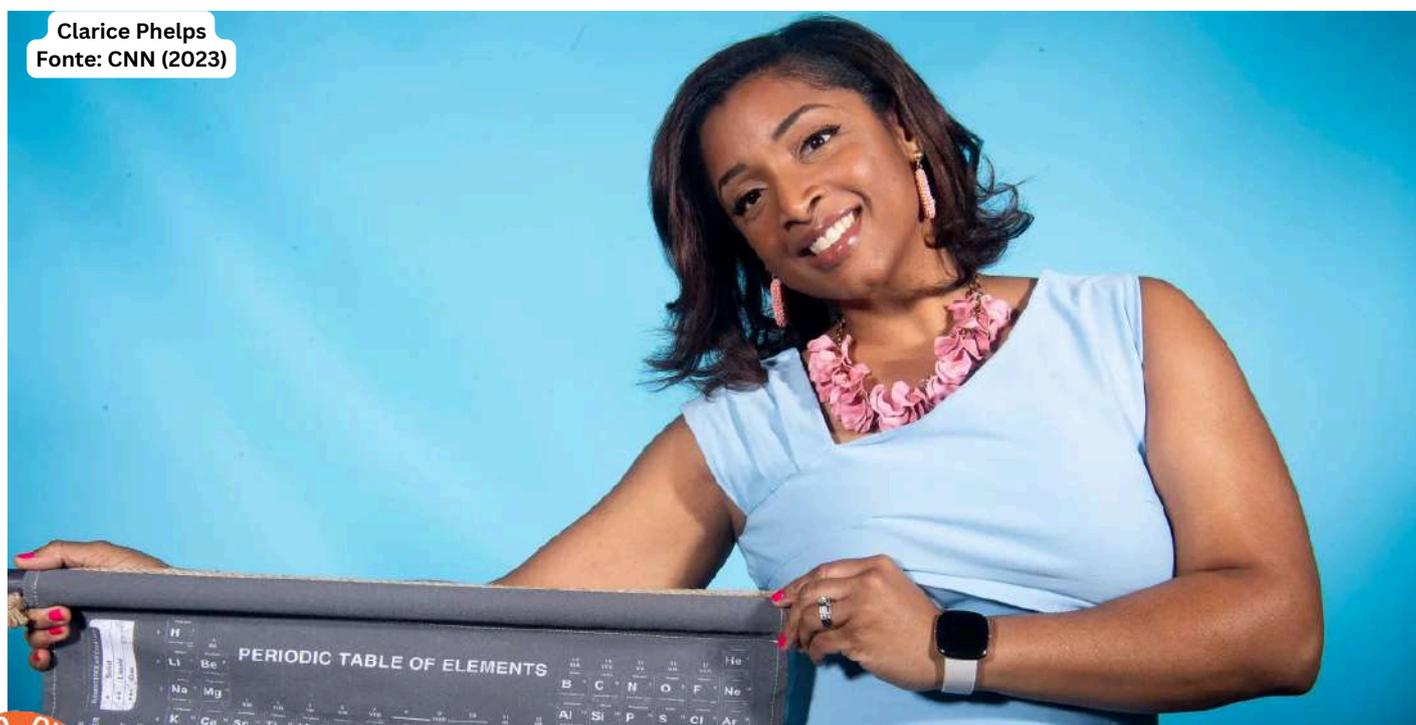
## 12. Clarice Phelps (1981- )

Fez parte da equipe do Laboratório Nacional de Oak Ridge (ORNL) que colaborou com o Instituto Central de Pesquisa Nuclear russo para descobrir o tenesso (elemento 117). Um episódio relatado por ela chama a atenção: em um almoço em comemoração aos resultados dos trabalhos da equipe, não reservaram um assento à mesa, e seu nome não constava na placa destinada a homenagear à equipe.

Apesar desse momento triste, sua determinação se tornou cada vez mais sólida. Em suas palavras:

**“Eu não fiz isso sozinha, havia uma equipe, mas eu sei o que fiz, e ninguém pode tirar isso de mim.”**

Posteriormente a placa foi recomissionada e seu nome foi incluído. É reconhecida por ser a primeira mulher negra a se envolver na descoberta de um novo elemento químico e abrindo as portas para que outras pessoas possam resistir ao preconceito e ao sexismo não raro nas ciências.



Clarice Phelps  
Fonte: CNN (2023)

# TABELA PERIÓDICA ATUAL



Sociedade Brasileira de Química

## TABELA PERIÓDICA DO

1									
1 1,008* <b>H</b> HIDROGÊNIO	2								
3 6,94* <b>Li</b> LÍTIO	4 9,0122 <b>Be</b> BERÍLIO								
11 22,990 <b>Na</b> SÓDIO	12 24,305* <b>Mg</b> MAGNÉSIO								
		3	4	5	6	7	8	9	10
19 39,098 <b>K</b> POTÁSSIO	20 40,078(4) <b>Ca</b> CÁLCIO	21 44,956 <b>Sc</b> ESCÂNDIO	22 47,867 <b>Ti</b> TITÂNIO	23 50,942 <b>V</b> VANÁDIO	24 51,996 <b>Cr</b> CRÔMIO	25 54,938 <b>Mn</b> MANGANÊS	26 55,845(2) <b>Fe</b> FERRO	27 58,933 <b>Co</b> COBALTO	28 58,693 <b>Ni</b> NÍQUEL
37 85,468 <b>Rb</b> RUBÍDIO	38 87,62 <b>Sr</b> ESTRÔNCIO	39 88,906 <b>Y</b> ÍTRIO	40 91,224(2) <b>Zr</b> ZIRCÔNIO	41 92,906 <b>Nb</b> NIÓBIO	42 95,95 <b>Mo</b> MOLIBDÊNIO	43 <b>Tc</b> TECNÉCIO	44 101,07(2) <b>Ru</b> RUTÊNIO	45 102,91 <b>Rh</b> RÓDIO	46 106,42 <b>Pd</b> PALÁDIO
55 132,91 <b>Cs</b> CÉSIO	56 137,33 <b>Ba</b> BÁRIO	LANTANÍDIOS 57 - 71	72 178,49 <b>Hf</b> HÁFNIO	73 180,95 <b>Ta</b> TÂNTALO	74 183,84 <b>W</b> TUNGSTÊNIO	75 186,21 <b>Re</b> RÊNIO	76 190,23(3) <b>Os</b> ÓSMIO	77 192,22 <b>Ir</b> IRÍDIO	78 195,08 <b>Pt</b> PLATINA
87 <b>Fr</b> FRÂNCIO	88 <b>Ra</b> RÁDIO	ACTINÍDIOS 89 - 103	104 <b>Rf</b> RUTHERFÓRDIO	105 <b>Db</b> DÚBNIO	106 <b>Sg</b> SEABÓRGIO	107 <b>Bh</b> BÓHRIO	108 <b>Hs</b> HÁSSIO	109 <b>Mt</b> MEITNÉRIO	110 <b>Ds</b> DARMSTÁDTIO

Número atômico

Símbolo

Nome

14	28,085*
<b>Si</b>	
SILÍCIO	

Peso atômico padrão\*‡

\* Peso atômico convencional, se com asterisco (mais detalhes: [www.iupac.org](http://www.iupac.org))

‡ Inexistente, pois o elemento (e.g. **Ra** e **Cf**) carece de isótopos com uma distribuição isotópica característica em amostras terrestres naturais

Zn - sólido    Hg - líquido    Ne - gás    Cf - sintético

Atenção: para saber como obter uma tabela completa

DESDE 2019



Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura



Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos

57 138,91 <b>La</b> LANTÂNIO	58 140,12 <b>Ce</b> CÉRIO	59 140,91 <b>Pr</b> PRASEODÍMIO	60 144,24 <b>Nd</b> NEODÍMIO	61 <b>Pm</b> PROMÉCIO	62 150,36(2) <b>Sm</b> SAMÁRIO	63 151,96 <b>Eu</b> EURÓPIO
89 <b>Ac</b> ACTÍNIO	90 232,04 <b>Th</b> TÓRIO	91 231,04 <b>Pa</b> PROTACTÍNIO	92 238,03 <b>U</b> URÂNIO	93 <b>Np</b> NEPTÚNIO	94 <b>Pu</b> PLUTÔNIO	95 <b>Am</b> AMÉRCIO

# OS ELEMENTOS

										<b>18</b>	
										2	4,0026
										<b>He</b>	
										HÉLIO	
		<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>					
		5	6	7	8	9	10				
		10,81*	12,011*	14,007*	15,999*	18,998	20,180				
		<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>				
		BORO	CARBONO	NITROGÊNIO	OXIGÊNIO	FLÚOR	NEÔNIO				
		13	14	15	16	17	18				
		26,982	28,085*	30,974	32,06*	35,45*	39,95*				
		<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>				
		ALUMÍNIO	SILÍCIO	FÓSFORO	ENXOFRE	CLORO	ARGÔNIO				
<b>11</b>	<b>12</b>										
29	30	31	32	33	34	35	36				
63,546(3)	65,38(2)	69,723	72,630(8)	74,922	78,971(8)	79,904*	83,798(2)				
<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>	<b>Kr</b>				
COBRE	ZINCO	GÁLIO	GERMÂNIO	ARSÊNIO	SELÊNIO	BROMO	KRIPTÔNIO				
47	48	49	50	51	52	53	54				
107,87	112,41	114,82	118,71	121,76	127,60(3)	126,90	131,29				
<b>Ag</b>	<b>Cd</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>	<b>Xe</b>				
PRATA	CÁDMIO	ÍNDIO	ESTANHO	ANTIMÔNIO	TELÚRIO	IODO	XENÔNIO				
79	80	81	82	83	84	85	86				
196,97	200,59	204,38*	207,2*	208,98							
<b>Au</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Po</b>	<b>At</b>	<b>Rn</b>				
OURO	MERCÚRIO	TÁLIO	CHUMBO	BISMUTO	POLÔNIO	ASTATO	RADÔNIO				
111	112	113	114	115	116	117	118				
<b>Rg</b>	<b>Cn</b>	<b>Nh</b>	<b>Fl</b>	<b>Mc</b>	<b>Lv</b>	<b>Ts</b>	<b>Og</b>				
ROENTGÊNIO	COPERNÍCIO	NIHÔNIO	FLERÓVIO	MOSCÓVIO	LIVERMÓRIO	TENNESSO	OGANESSÔNIO				
										<i>Tabela periódica com muitas outras informações adicionais, acesse <a href="http://www.s bq.org.br/divulgacao">www.s bq.org.br/divulgacao</a></i>	
64	65	66	67	68	69	70	71				
157,25(3)	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,05	174,97				
<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>	<b>Lu</b>				
GADOLÍNIO	TÉRPIO	DISPRÓSIO	HÓLMIO	ÉRBIO	TÚLIO	ITÉRPIO	LUTÉCIO				
96	97	98	99	100	101	102	103				
<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>	<b>Lr</b>				
CÚRIO	BERKÉLIO	CALIFÓRNIO	EINSTÊNIO	FÉRMIO	MENDELÉVIO	NOBÉLIO	LAURÊNCIO				

A Tabela Periódica é organizada em ordem crescente de número atômico. As colunas são chamadas de grupos ou famílias, e as linhas horizontais são os períodos.

A classificação crescente de números atômicos permite organizar os elementos em grupos ou famílias que possuem propriedades semelhantes, já as linhas horizontais nos revelam particularidades a respeito dos átomos dos elementos, como o número de camadas eletrônicas que o elemento possui dentro de sua distribuição eletrônica.

O primeiro elemento químico que aparece da esquerda para a direita na parte superior é o hidrogênio, que é o elemento de menor número atômico, 1. Seguindo a leitura em ordem crescente de número atômico finalizamos a leitura com oganessônio (Z = 118).

O Tenesso foi o último elemento a ser descoberto e inserido na classificação periódica.



---

A história de Sir Humphry Davy, o Químico Romântico - CRQ. Disponível em: <<https://crqsp.org.br/a-historia-de-sir-humphry-davy-o-quimico-romantico/>>.

ALVES, S. Hoje na História: 1907 – Morre o químico russo Dmitri Mendeleev, criador da tabela periódica. Disponível em: <<https://operamundi.uol.com.br/historia/hoje-na-historia-1907-morre-o-quimico-russo-dmitri-mendeleev-criador-da-tabela-periodica/>>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette. Mendeleev's periodic system of chemical elements. The British Journal for the History of Science, v. 19, n. 1, p. 3-17, 1986.

BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2025

CARVALHO, R. S. Lavoisier e a sistematização da nomenclatura química. Scientiae Studia, v. 10, n. 4, p. 759-771, 2012.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J.; JORGE, M. Ciência, educação em ciência e ensino de ciências. Ministério da Educação, Lisboa, 2002.

CNN, C. L. How the first Black woman to help discover an element “claimed a seat at the periodic table”. Disponível em: <<https://edition.cnn.com/2023/02/07/us/clarice-phelps-tennessine-element-117-scn-ctpr/index.html>>.

Conheça as mulheres (esquecidas) por trás da tabela periódica . Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/03/conheca-mulheres-esquecidas-por-tras-da-tabela-periodica.html?fbclid=IwAR37QGw0b3l7EaHCurpcjoHfR8jk9HkNycyVQ4ggKMic3PnrZGgKXRLq0h8>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

CRAIGBAIRD. Harriet Brooks. Disponível em: <<https://canadaehx.com/2020/06/20/harriet-brooks/>>.

Dawn Shaughnessy: Stellar Reactions in a Galaxy Not So Far, Far Away. Disponível em: <<https://lasers.llnl.gov/news/dawn-shaughnessy-stellar-reactions-galaxy-not-so-far-far-away>>.

Dmitri Mendeleev, o químico que ordenou a matéria. Disponível em: <[https://www.nationalgeographic.pt/ciencia/dmitri-mendeleiev-quimico-que-ordenou-materia\\_4319](https://www.nationalgeographic.pt/ciencia/dmitri-mendeleiev-quimico-que-ordenou-materia_4319)>.

DOS, L.; FERNANDES, S. Ida Noddack e a Descoberta dos Elementos Químicos Masúrio e Rênio [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2023/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV181\\_MD1\\_ID1589\\_TB632\\_07032023172930.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV181_MD1_ID1589_TB632_07032023172930.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2025.

Elementos Químicos – Actinídeos - CRQ. Disponível em: <<https://crqsp.org.br/radioativos-e-pesados-conheca-os-actinideos/>>.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Elementos transurânicos"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/elementos-transuranicos.htm>>. Acesso em 26 de janeiro de 2025.



FREITAS, N. M.; BALDINATO, J. O. Harriet Brooks e a tabela periódica: um caso para valorizar a participação feminina na história da ciência. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 16, n. 1, p. 311-335, 2023.

Henrique Moseley . Disponível em: <<https://www.lindahall.org/about/news/scientist-of-the-day/henry-moseley/>>.

LIMA, G. M.; BARBOSA, L. C. A.; FILGUEIRAS, C. A. L. Origens e Consequências da Tabela Periódica, a mais concisa enciclopédia criada pelo ser humano. *Química Nova*, v. 42, p. 1125-1145, 2019.

LIMA, Geraldo M. de; BARBOSA, Luiz CA; FILGUEIRAS, Carlos AL. Origens e consequências da tabela periódica, a mais concisa enciclopédia criada pelo ser humano. *Química Nova*, v. 42, p. 1125-1145, 2020.

LOBATO, C. B. A história da ciência como “remédio” no ensino de química: episódio - estudo sobre a invenção da teoria atômico-molecular moderna. *Quim. Nova*, Vol. 43, No. 9, 1350-1361, 2020

MENDONÇA DE MEDEIROS, G. Ellen Swallow Richards: a primeira mulher a ingressar no Instituto de Tecnologia de Massachusetts. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/13579/1/giovanamendon%c3%a7ademedeiros.pdf#page=32.10>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

MIZRAHI, S. S. Mulheres na Física: Lise Meitner. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 4, p. 491-493, 2005.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. *Química Nova na Escola*, n. 16, p. 21-25, 2002.

OKI, M. D. C. M. O congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a realidade atômica no século XIX. *Química Nova na Escola*, v. 26, p. 24-28, 2007.

PULKKINEN, K. Values in the Development of Early Periodic Tables. *Ambix*, v. 67, n. 2, p. 174-198, 2 abr. 2020.

SCERRI, E. A Tabela Periódica: Uma Breve Introdução. 2. ed. Rio do Sul: Unidavi, 2021

SEMANA. Quién era Julius Lothar Meyer, el alemán homenajado por el Doodle de Google. Disponível em: <<https://www.semana.com/quien-era-julius-lothar-meyer-el-aleman-homenajado-por-el-doodle-de-google/695326/>>.

SOKOLOWSKY, M. Joliot-Curie Irene C13. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/132434045282395865/>>. Acesso em: 26 jan. 2025.

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

TOSI, L. Lavoisier: Uma Revolução na Química. *Química Nova*. São Paulo, v. 12, n. 1, p. 33-56, 1989.

VIDAL, P.H.O., CHELONI, F.O.; PORTO, P.A., O Lavoisier que não está presente nos livros didáticos, *Química Nova na Escola*, n.26, p. 29-32, 2007.

SEQUÊNCIA DE  
**ENSINO E  
APRENDIZAGEM**  
A HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DA TABELA PERIÓDICA



## ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Aula	Atividades desenvolvidas	Objetivo de aprendizagem	Recursos didáticos utilizados
1	Aplicação de questionário diagnóstico sobre a história da TP.	Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema.	Questionário impresso.
2	Apresentação e leitura do e-book sobre a evolução histórica da TP.	Compreender o contexto histórico do desenvolvimento da TP.	Notebook, Datashow, e-book.
3	Debate sobre a distinção entre elemento químico e substância simples no contexto de Mendeleev.	Analisar os conceitos fundamentais para a organização da TP.	Slides e imagens do e-book.
4	Realização de atividade em grupo para resolver uma situação-problema.	Aplicar os conhecimentos adquiridos na organização de elementos químicos.	Fichas com informações de elementos químicos.
5	Aplicação de quiz avaliativo e reaplicação do questionário inicial.	Avaliar a evolução dos conhecimentos e consolidar os conteúdos.	Quiz digital ou impresso.



## ATIVIDADES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### Atividade 1: Aplicação de questionário diagnóstico

- **Atividade:** Aplicação de um questionário impresso com perguntas sobre a história da Tabela Periódica (TP).
- **Objetivo:** Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, seus conceitos errôneos e áreas de maior dificuldade para que as aulas sejam planejadas de forma eficaz.
- **Duração:** 50 minutos.
  - ❖ 10 minutos: Distribuição dos questionários e explicação sobre o objetivo da atividade.
  - ❖ 20 minutos: Resposta ao questionário pelos estudantes.
  - ❖ 20 minutos: Discussão inicial sobre os resultados (análise geral das respostas mais frequentes e dúvidas apresentadas).
- **Orientações:**
  1. Explicar aos estudantes que o questionário não será usado para atribuir notas, mas sim como diagnóstico do nível de conhecimento da turma.
  2. Pedir que respondam individualmente e de forma sincera.
  3. Após a coleta, analisar rapidamente algumas respostas para identificar os conceitos mais comuns (corretos e errados).
  4. Promover uma conversa inicial com a turma sobre o que eles já sabem e os pontos que acham mais difíceis.
- **Recursos:**
  - ❖ Questionário impresso (com cerca de 5 perguntas objetivas e discursivas).
- **Sugestão de Perguntas:**

Q.1	Você já ouviu falar na Tabela Periódica?
Q.2	O que é a Tabela Periódica dos elementos químicos?
Q.3	Como a Tabela periódica foi desenvolvida?
Q.4	Cite nomes de cientistas que contribuíram para o desenvolvimento da Tabela Periódica.
Q.5	Como os elementos químicos estão organizados na Tabela Periódica? Qual o critério de posicionamento?



## **Atividade 2: Apresentação e leitura do e-book**

- **Atividade:** Leitura orientada de um e-book que apresenta a evolução histórica da TP e os principais cientistas que contribuíram para sua criação.
- **Objetivo:** Introduzir os estudantes ao contexto histórico do desenvolvimento da TP, destacando a relevância do conhecimento científico como uma construção ao longo do tempo.
- **Duração:** 50 minutos.
  - ❖ 10 minutos: Breve introdução sobre a importância de compreender a história da Química.
  - ❖ 25 minutos: Leitura coletiva do e-book com trechos projetados no datashow.
  - ❖ 15 minutos: Discussão sobre os pontos mais relevantes.
- **Orientações:**
  1. Distribuir cópias do e-book para cada estudante.
  2. Preparar o ambiente com notebook e datashow para projetar o e-book de forma clara.
  3. Dividir a leitura em trechos e pedir aos estudantes que leiam em voz alta, alternando os leitores.
  4. Durante a leitura, fazer pausas para explicar termos técnicos e destacar momentos históricos importantes.
  5. Incentivar perguntas e reflexões sobre como o conhecimento científico foi construído.
- **Recursos:**
  - ❖ Notebook.
  - ❖ Datashow.
  - ❖ E-book digital e impresso com imagens e textos explicativos.

## **Atividade 3: Debate sobre elemento químico e substância simples**

- **Atividade:** Debate guiado sobre a distinção entre elemento químico e substância simples, utilizando exemplos históricos e conceitos de Mendeleev.
- **Objetivo:** Esclarecer conceitos fundamentais relacionados à organização da TP e combater confusões comuns, como atribuir propriedades físicas de substâncias simples aos elementos químicos.



- **Duração:** 50 minutos.
  - ❖ 15 minutos: Apresentação inicial com slides ilustrativos e exemplos.
  - ❖ 30 minutos: Debate em grupos.
  - ❖ 5 minutos: Conclusão e esclarecimento de dúvidas.
- **Orientações:**
  1. Iniciar a aula explicando os conceitos com slides e imagens retirados do e-book, usando exemplos como "oxigênio ( $O_2$ ) é uma substância simples; oxigênio (O) é um elemento químico".
  2. Dividir os estudantes em grupos e propor perguntas para o debate, como:
    - Qual é a diferença entre elemento químico e substância simples?
    - Por que a distinção é importante na Química?
  3. Cada grupo deve apresentar suas conclusões, enquanto o professor faz intervenções para corrigir possíveis equívocos.
- **Recursos:**
  - ❖ Slides e imagens ilustrativas do e-book.
  - ❖ Quadro para registrar os principais pontos discutidos.

#### **Atividade 4: Atividade em grupo - resolução de situação-problema**

- **Atividade:** Divisão da turma em grupos para resolver uma situação-problema que envolva a organização de elementos químicos em uma tabela simplificada.
- **Objetivo:** Promover o uso prático dos conhecimentos adquiridos para reforçar a compreensão dos critérios de organização da TP.
- **Duração:** 50 minutos.
  - ❖ 10 minutos: Explicação da tarefa e formação dos grupos.
  - ❖ 30 minutos: Desenvolvimento da atividade em grupo.
  - ❖ 10 minutos: Apresentação e discussão dos resultados.
- **Orientações:**
  1. Entregar fichas contendo informações sobre elementos químicos (símbolos, pesos atômicos e propriedades).
  2. Propor o desafio de organizar os elementos em uma tabela simplificada baseada em propriedades ou pesos atômicos.
  3. Circular pela sala, oferecendo ajuda e incentivando o trabalho colaborativo.



4. Ao final, pedir que cada grupo explique suas escolhas e comparar os resultados.

- **Recursos:**

1. Fichas com informações de elementos químicos.
2. Papel cartolina para consolidar as soluções propostas.
3. Mesa para realizar a atividade.

### **Aula 5: Quiz avaliativo e reaplicação do questionário inicial**

- **Atividade:** Aplicação de um quiz digital ou impresso para revisar os conteúdos e reaplicação do questionário inicial para avaliar a evolução do aprendizado.

- **Objetivo:** Consolidar os conteúdos aprendidos e medir o progresso dos estudantes.

- **Duração:** 50 minutos.

- ❖ 20 minutos: Quiz avaliativo.
- ❖ 20 minutos: Reaplicação do questionário inicial.
- ❖ 10 minutos: Discussão dos resultados e encerramento.

- **Orientações:**

1. Aplicar um quiz de múltipla escolha com perguntas sobre os conceitos abordados, usando plataformas digitais (Kahoot, Quizizz, Wordwall) ou impressos.
2. Reaplicar o questionário da primeira aula e explique que os resultados serão comparados para medir o progresso.
3. Finalizar a sequência didática discutindo os avanços e destacando a importância do aprendizado contínuo.

- **Recursos:**

- ❖ Quiz digital (ou impresso).
- ❖ Questionário inicial reaplicado.
- ❖ Computador e datashow (para os resultados do quiz).

# ANEXOS



## Sódio (Na)

Metal mole, de massa atômica 23 e número atômico 11. Forma íons Na<sup>+</sup>.



## Lítio (Li)

Metal mole, de massa atômica 7 e número atômico 3. Forma íons Li<sup>+</sup>.



## Rubídio (Rb)

Metal mole, esbranquiçado, de massa atômica 85,5 e número atômico 37. Forma íons Rb<sup>+</sup>



## Potássio (K)

Metal mole, de massa atômica 39 e número atômico 19. Forma íons K<sup>+</sup>.



## **Bromo (Br)**

Um líquido alaranjado tóxico, à temperatura ambiente, de massa atômica 80 e número atômico 35. Forma íons Br<sup>-</sup>.



## **Iodo (I)**

Sólido violeta tóxico, de massa atômica 127 e número atômico 53. Forma íons I<sup>-</sup>.

## **Cloro (Cl)**

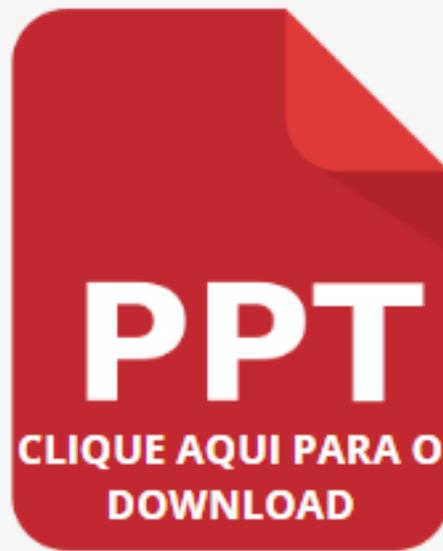
Gás amarelo pálido e tóxico, de massa atômica 35,5 e número atômico 17. Forma íons Cl<sup>-</sup>.



## **Flúor (F)**

Gás amarelo pálido e tóxico, de massa atômica 19 e número atômico 9. Forma íons F<sup>-</sup>.





[https://drive.google.com/file/d/17gYkct0oDBzKVkmwBfL3ORAxTvrjMiWT/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/17gYkct0oDBzKVkmwBfL3ORAxTvrjMiWT/view?usp=drive_link)



