

Uma Proposta para a Abordagem da Tabela Periódica nos Cursos de Formação de Professores de Ciências e no Ensino Médio a partir do Tema Metais

A Proposal for the Periodic Table Teaching in Science Teacher Training Courses and in the High School Based on the Theme of Metals

Sérgio de Oliveira Freitas,^a Pedro Ivo da Silva Maia,^a Carla Regina Costa^{a,*} 

^a Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação, Departamento de Química, Unidade da Univerdecidade, CEP 38064-200, Uberaba-MG, Brasil.

Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI)

*E-mail: carla.costa@uftm.edu.br

Recebido: 28 de Março de 2021

Aceito: 28 de Março de 2021

Publicado online: 25 de Maio de 2021

The Periodic Table is a tool that includes all known chemical elements and allows us to predict their characteristics and properties. Its approach in high school is based solely on memorizing the elements and their properties, without any contextualization. This is due to the traditional teaching of this content in undergraduate courses. In this article, a playful didactic proposal is presented to approach the Periodic Table from the theme of metals. It can be used in initial and continuing teacher training courses and in high school. The proposal consists of two group dynamics that allow to contextualize the presence of metallic chemical elements in objects/products, being the majority present in the students' daily lives, and to explore the construction and organization of the Periodic Table in a playful way, thus allowing the contents to become relevant for these students and be understood by them.

Keywords: Metals; periodic table; contextualization, group dynamics

1. Introdução

A Tabela Periódica muitas vezes é vista apenas como um catálogo de elementos químicos. Entretanto, ela é mais do que um guia, consistindo em uma ferramenta que compreende todos os elementos químicos e que possibilita entender o papel destes em processos inorgânicos e biológicos, bem como prever características e propriedades da matéria em todo o Universo.¹ Assim, ela tem amplas implicações em diversas áreas do conhecimento além da Química.^{2,3}

O ano de 2019 foi declarado o Ano Internacional da Tabela Periódica pela Organização das Nações Unidas (ONU),⁴ o que representou uma oportunidade para mostrar como ela é fundamental em nossa vida. O ano foi escolhido em homenagem aos 150 anos de publicação da primeira versão da Tabela Periódica pelo químico russo Dimitri Mendeleev. A Tabela Periódica atual apresenta algumas diferenças desde sua primeira versão, que continha apenas 63 elementos e estava organizada na sequência de números de massa. Hoje, os elementos encontram-se organizados na ordem crescente de seus números atômicos, refletindo a periodicidade das propriedades atômicas, as quais podem ser explicadas pelo modelo quântico dos átomos que considera a distribuição dos elétrons em níveis energéticos que ocupam regiões espaciais denominadas orbitais, segundo o princípio Aufbau.^{5,6} A Tabela Periódica está presente em quase todos os livros de Química do Ensino Superior e Médio e é bastante utilizada nas aulas de Química.³

A abordagem da Tabela Periódica no Ensino Médio ainda se baseia na memorização dos elementos e suas propriedades sem que haja a compreensão do processo sistemático de construção do conceito de periodicidade.⁷ Esta forma de ensino é o reflexo de uma abordagem tradicional que ainda acontece nos cursos de licenciatura, a qual está presente nos livros didáticos de química geral que apresentam a Tabela Periódica como um produto pronto.^{8,9} Além disso, o estudo dos elementos químicos frequentemente é realizado sem nenhuma contextualização que possibilite identificar a presença deles em objetos/produtos do cotidiano, o que contribui para tornar o tema ainda mais desmotivador e pouco relevante para os estudantes, principalmente no Ensino Médio.⁹

A Tabela Periódica é um conteúdo que merece uma abordagem diferenciada por meio da adoção de estratégias que objetivem facilitar o processo de aprendizagem dos alunos.¹⁰ As atividades lúdicas podem desempenhar de forma satisfatória esse papel, porque privilegiam a criatividade e contribuem para aproximar o conhecimento científico dos estudantes, facilitando, dentre outras coisas, a construção do conhecimento.¹¹ Desta forma, a dinâmica de grupo apresenta-se como uma estratégia que estimula a construção coletiva e individual do saber,

possibilitando que o estudante se expresse socialmente e dialogue com os demais participantes. Ela deve ser cautelosamente planejada, orientada, monitorada e avaliada tendo em vista a organização conceitual que faz parte do processo educacional, ou seja, ela deve ter como objetivo a aprendizagem de determinados conteúdos pelo estudante para que não seja caracterizada apenas como entretenimento, banalizando a sua função educacional.¹²

A proposta apresentada neste artigo compreende duas dinâmicas de grupo que podem ser utilizadas para o ensino da Tabela Periódica nos cursos de formação inicial e continuada de professores, possibilitando aos licenciandos/licenciados a vivência de uma experiência que poderá ser adotada futuramente em suas aulas para despertar o interesse dos alunos por compreender a Tabela Periódica. A atividade também pode ser adaptada para ser utilizada no Ensino Médio, de forma a permitir a abordagem de diversos componentes curriculares de química, como: Tabela Periódica, número atômico, número de massa, distribuição eletrônica e densidade.

A motivação para este trabalho foi a dificuldade observada nos alunos de Ensino Médio e ingressantes nos cursos de licenciatura para extrair informações da Tabela Periódica. Costa *et al.* (2018) realizaram uma pesquisa com 45 alunos de 1º e 2º anos de uma escola estadual de Fortaleza, com idades compreendidas entre 15 e 17 anos.¹³ Nesta pesquisa, foi solicitado que os alunos atribuíssem um conceito de 1 a 5 para o grau de dificuldade, sendo 1 muito fácil e 5 muito difícil. Quando os estudantes foram questionados sobre o grau de dificuldade em extrair informações da tabela periódica, 45,9% dos alunos apontaram ter dificuldade intermediária e quando questionados se conseguiam, apenas por meio da análise da camada de valência de um elemento, identificar sua localização na Tabela Periódica, 86,4% dos alunos atribuíram conceito de 3 a 5 para a dificuldade. Na mesma pesquisa, 43,2% dos estudantes responderam “Sim” quando indagados se o número atômico do oxigênio é 16, o que mostra uma confusão entre os conceitos de número atômico (*Z*) e massa atômica.¹³ Neste sentido, as duas dinâmicas de grupo propostas neste trabalho são ações educativas simples que têm como objetivo favorecer a interação social construtiva entre os estudantes, fazendo-os aprender a lidar com diferentes opiniões e a cooperar para a realização de um objetivo comum, contribuindo assim para estimular a produção e a recriação do conhecimento individualmente e em grupo.¹⁴

Além das duas dinâmicas de grupo propostas como recurso para o ensino da Tabela Periódica, o artigo apresenta uma discussão teórica sobre alguns conteúdos considerados relevantes para a formação inicial e continuada de professores. Por fim, também é exposto um relato da aplicação da atividade, contendo as duas dinâmicas adaptadas, com alunos do primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Adoniro Martins de Andrade, localizado na cidade de Itumbiara/GO.

2. Proposta de Atividade para o Ensino da Tabela Periódica a partir do Tema Metais

A proposta de atividade apresentada neste artigo compreende duas dinâmicas de grupo. A primeira dinâmica, intitulada “O que esses objetos/produtos têm em comum?”, tem como objetivo fazer com que os estudantes identifiquem a presença de elementos metálicos nos objetos/produtos selecionados. A segunda dinâmica, intitulada “Como estão organizados os elementos químicos na Tabela Periódica?”, tem como objetivo discutir a sua organização em grupos e períodos, alguns parâmetros que caracterizam os elementos químicos e algumas propriedades periódicas a partir dos elementos metálicos presentes nos objetos/produtos da dinâmica 1. Como forma de despertar o interesse dos alunos para os assuntos abordados e de desafiá-los, todos os títulos foram pensados como perguntas para as quais os estudantes deveriam buscar respostas no decorrer das dinâmicas.

2.1. Dinâmica de grupo 1: O que esses objetos/produtos têm em comum?

Para iniciar a primeira dinâmica de grupo, recomenda-se que os alunos sejam dispostos em um semicírculo. Em seguida deve ser entregue, a cada aluno, um envelope lacrado contendo na sua frente a pergunta “O que esses objetos/produtos têm em comum?” e uma breve descrição de um objeto ou produto que possua um elemento químico metálico na sua composição, como mostrado na Figura 1.

Recomenda-se a utilização de envelopes com dimensões mínimas de 162 mm x 229 mm, de três cores diferentes (caso queira, o professor pode confeccionar os envelopes com papel sulfite de diferentes cores). No exemplo apresentado na Figura 1, adotou-se a cor azul para os objetos/produtos constituídos por metais na forma iônica ($\text{NOX} > 0$), a cor rosa

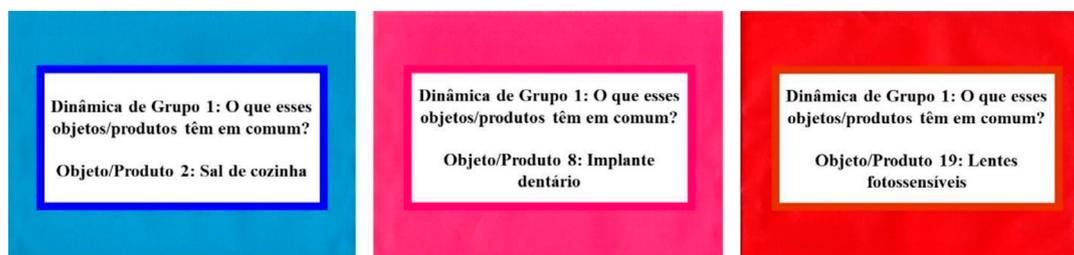


Figura 1. Modelos de envelopes para a dinâmica de grupo 1

para os constituídos por metais na forma metálica ($NOX = 0$) e a cor vermelha, para os constituídos por metais nas formas iônica e metálica. Caso o professor considere interessante, ele pode preparar slides contendo fotos dos objetos/ produtos e apresentá-los aos alunos durante a realização da dinâmica. Na Tabela 1, são apresentados 34 elementos metálicos que se recomenda que sejam utilizados nesta dinâmica. Os metais selecionados compreendem representantes dos quatro blocos de elementos químicos da Tabela Periódica (*s*, *p*, *d* e *f*). Eles foram selecionados baseando-se em dois critérios: estarem presentes em objetos/ produtos que fazem parte do cotidiano dos alunos e/ou terem destaque em temas abordados nos livros didáticos do Ensino Superior.

Com o envelope em mãos, cada aluno deve refletir sobre o objeto/ produto descrito e apresentá-lo aos colegas. Para tornar estas apresentações mais ricas do ponto de vista educacional, o professor pode solicitar que os estudantes complementem as descrições dos envelopes expondo características e informações que conheçam sobre os objetos/ produtos. O professor também pode auxiliar nestas apresentações, principalmente para aqueles objetos/ produtos que não fazem parte do cotidiano do aluno. Após a apresentação de todos os alunos, o professor deve lançar o seguinte questionamento para a turma: O que os objetos/ produtos descritos nos envelopes têm em comum? Neste momento recomenda-se que o professor atue como mediador de uma discussão entre os estudantes e, caso necessário, direcione a resposta para a esperada: todos os objetos/ produtos possuem elementos químicos metálicos em sua composição. Após a turma chegar a esta conclusão ou quando o professor entender que é o momento, deve solicitar aos alunos que abram seus envelopes e vejam a resposta esperada para a pergunta (Figura 2). Dentro do envelope, os alunos também encontrarão um cubo planejado referente ao elemento químico metálico presente no objeto/ produto, como exemplificado na Figura 2. É importante que o professor chame a atenção dos alunos para a diversidade de objetos e produtos constituídos por elementos metálicos.

Se esta dinâmica for aplicada com licenciandos/ licenciados, o professor pode explicar porque haviam envelopes com cores diferentes, resgatando os conceitos de número de oxidação (NOX) e de formas iônicas e metálicas que provavelmente eles já viram em outras ocasiões. No Ensino Médio, estes conceitos podem ser abordados se o professor considerar pertinente neste momento ou podem ser apresentados de maneira simplificada, caso algum aluno questione porque os envelopes apresentavam cores diferentes, ou ainda, esta dinâmica pode ser resgatada quando o professor for abordar número de oxidação com estes estudantes. Caso queira, o professor do Ensino Médio também pode manter todos os envelopes da mesma cor.

2.2. Dinâmica de grupo 2: Como estão organizados os elementos químicos na Tabela Periódica?

Para a realização desta dinâmica, recomenda-se a confecção de um *banner* em lona com 1,00 m de altura e 1,20

m de largura, que contenha a Tabela Periódica apresentada na Figura 3, similar ao modelo proposto por Theodore Gray.¹⁵ Em cada quadrado de dimensões 5,5 cm x 5,5 cm, referente a um elemento químico, deve-se colocar somente o número atômico do elemento correspondente. Recomenda-se a adoção de um sistema de cores para diferenciar elementos metálicos dos diferentes blocos, conforme ilustrado na Figura 3.

Esta dinâmica de grupo permite a abordagem dos seguintes conceitos: número atômico (Z), símbolo do elemento químico, número de massa (A), configuração eletrônica e organização dos elementos químicos na Tabela Periódica (períodos, grupos e blocos), raio atômico e densidade. Caso seja de interesse do professor, estes conteúdos podem ser substituídos por outros.

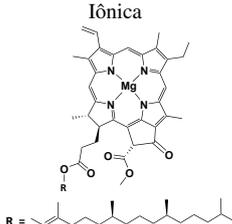
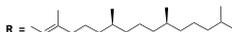
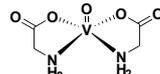
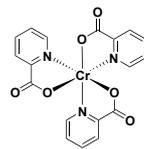
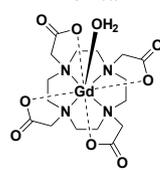
Os cubos que serão utilizados nesta atividade devem ter a mesma cor do quadrado correspondente a ele no *banner* da Figura 3. Além disso, cada face do cubo deve apresentar uma informação característica do elemento químico em questão, como exemplificado para o cubo do elemento sódio (Na) na Figura 2. No material suplementar estão disponibilizados, nos tamanhos sugeridos, os moldes dos cubos para todos os elementos químicos da Tabela 1, bem como o modelo de *banner*.

Para dar início à dinâmica, recomenda-se que o professor apresente o *banner* para a turma e explique a organização dos elementos na Tabela Periódica por ordem crescente de Z , ressaltando que este parâmetro identifica o elemento químico, ou seja, que cada elemento químico apresenta um único número atômico. Na sequência, o professor pode colocar o *banner* em uma superfície plana e solicitar aos alunos que localizem na Tabela Periódica (Figura 3) o elemento químico referente ao seu envelope, por meio da comparação dos valores de Z da Tabela Periódica e dos cubos. Feito isso, os alunos devem colocar os cubos com os símbolos dos elementos químicos voltados para cima, de tal forma que todos os alunos da turma possam visualizá-los. Em seguida, o professor pode explicar a origem do símbolo de cada elemento e aspectos históricos relacionados à construção da Tabela Periódica.¹⁶ Na sequência, ele pode solicitar que os alunos virem para cima a face do cubo em que se encontra o parâmetro A . Neste momento, a definição de A deve ser apresentada, destacando que consiste na soma do número de prótons (Z) com o número de nêutrons do átomo.

Após a abordagem de A , o professor pode solicitar aos alunos que virem o cubo com a face de distribuição eletrônica para cima. Como pode ser observado na Figura 2, a configuração eletrônica do elemento químico metálico foi escrita na forma abreviada, ou seja, combinando a notação de gás nobre com a notação *spdf*.¹⁷ Quando os cubos estiverem nesta posição, o professor pode explicar o diagrama de Pauling de distribuição eletrônica através dos subníveis de energia, introduzindo na sequência, uma explicação sobre o que as linhas e as colunas da Tabela Periódica representam, além da organização dos elementos químicos em blocos e grupos. Nas Figuras 4 e 5 são apresentadas as configurações eletrônicas dos elementos químicos metálicos abordados neste trabalho.¹⁸

Após a discussão da configuração eletrônica, o professor pode solicitar que os estudantes virem o cubo para a posição em

Tabela 1. Objetos/produtos sugeridos para a dinâmica 1 e seus respectivos constituintes metálicos

Objeto/ Produto	Descrição do objeto/produto	Elemento químico metálico	Forma na qual a espécie metálica se encontra	NOX do elemento no objeto/produto	Bloco da Tabela Periódica
1	Baterias de íon lítio	Li (Lítio)	Iônica Li ⁺	1+	Bloco s
2	Sal de cozinha	Na (Sódio)	Iônica NaCl	1+	Bloco s
3	Fertilizante químico NPK	K (Potássio)	Iônica	1+	Bloco s
4	Aparelho de radioterapia utilizado no tratamento de tumores cancerígenos	Cs (Césio)	Iônica CsCl	1+	Bloco s
5	Espinafre	Mg (Magnésio)	Iônica  R = 	2+	Bloco s
6	Esqueleto humano	Ca (Cálcio)	Iônica Ca ₃ (PO ₄) ₂ , CaCO ₃	2+	Bloco s
7	Creme dental para dentes sensíveis	Sr (Estrôncio)	Iônica SrCl ₂	2+	Bloco s
8	Implante dentário	Ti (Titânio)	Metálica	0	Bloco d
9	Suplementos alimentares que regulam os níveis de açúcar no sangue	V (Vanádio)	Iônica [VO(SO ₄) ₂] ⁻ e 	4+	Bloco d
10	Complemento dietético	Cr (Cromo)	Iônica 	3+	Bloco d
11	Panela de ferro	Fe (Ferro)	Metálica	0	Bloco d
12	Galinho do tempo	Co (Cobalto)	Iônica CoCl ₂	2+	Bloco d
13	Moedas prateadas de 25 centavos	Ni (Níquel)	Metálica	0	Bloco d
14	Tacho de cobre	Cu (Cobre)	Metálica	0	Bloco d
15	Pomada com ação antisséptica	Zn (Zinco)	Iônica ZnO	2+	Bloco d
16	Foguetes e naves espaciais	Nb (Nióbio)	Metálica	0	Bloco d
17	Cintilografia da tireoide	Tc (Tecnécio)	Iônica TcO ₄ ⁻	7+	Bloco d
18	Alianças de paládio	Pd (Paládio)	Metálica	0	Bloco d
19	Lentes fotossensíveis	Ag (Prata)	Metálica Ag Iônica AgCl	0; 1+	Bloco d
20	Lâmpada incandescente	W (Tungstênio)	Metálica	0	Bloco d
21	Vela de ignição automotiva com platina	Pt (Platina)	Metálica	0	Bloco d
22	Alianças de ouro	Au (Ouro)	Metálica	0	Bloco d
23	Lâmpadas fluorescentes	Hg (Mercúrio)	Metálica	0	Bloco d
24	Antiácido a base de hidróxido de alumínio	Al (Alumínio)	Iônica Al(OH) ₃	3+	Bloco p
25	Solda de estanho	Sn (Estanho)	Metálica	0	Bloco p
26	Bateria automotiva	Pb (Chumbo)	Metálica Pb Iônica PbSO ₄ PbO ₂	0, 2+, 4+	Bloco p
27	Cosmético	Bi Bismuto	Iônica BiOCl	3+	Bloco p
28	Fonte de nêutrons	Po	Metálica	0	Bloco p
29	Lente de máquina fotográfica que contém lantânio	La (Lantânio)	Iônica La ₂ O ₃	3+	Bloco f
30	Pomada com ação antibacteriana	Ce (Cério)	Iônica Ce(NO ₃) ₃	3+	Bloco f
31	Ímã de neodímio	Nd (Neodímio)	Metálica Nd ₂ Fe ₁₄ B	0	Bloco f
32	Agente de contraste para imagem por ressonância magnética	Gd (Gadolínio)	Iônica  Gd-DOTA	3+	Bloco f
33	Usina nuclear	U (Urânio)	Iônica UO ₂	4+	Bloco f
34	Bomba atômica de plutônio	Pu (Plutônio)	Metálica	0	Bloco f

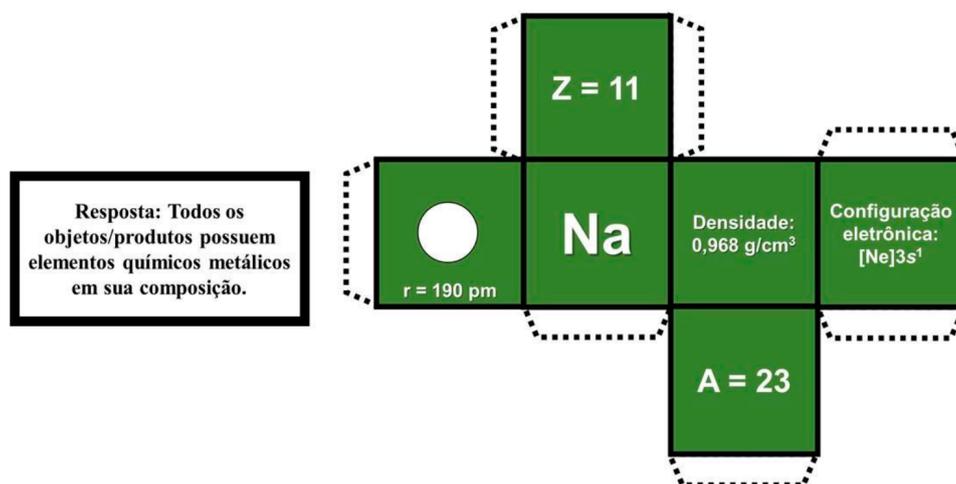


Figura 2. Conteúdo do envelope utilizado na dinâmica 1 com cubo planejado do elemento sódio (envelope referente ao objeto/produto 2)

	1																	18	
1	1	2																	
2	3	4										5	6	7	8	9	10		
3	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
6	55	56		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
7	87	88		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

Figura 3. Modelo de Tabela Periódica recomendado para o banner da dinâmica de grupo 2. Em verde estão os metais do bloco s; em amarelo, os metais do bloco d; em vermelho, os metais do bloco p; em azul, os metais do bloco f; em cinza, os elementos não metálicos

Bloco s		Bloco p	
	1		18
	1		13
Li: [He]2s ¹	2s ¹		14
	2		15
Na: [Ne]3s ¹	3s ¹	Al: [Ne]3s ² 3p ¹	16
	3		17
	4		18
K: [Ar]4s ¹	4s ¹		
	5		
	6	Sn: [Kr]5s ² 4d ¹⁰ 5p ²	
	7	Pb: [Xe]4f ¹⁴ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ²	
Cs: [Xe]6s ¹	6s ¹		
		Bi: [Xe]4f ¹⁴ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ³	
		Po: [Xe]4f ¹⁴ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ⁴	

Figura 4. Configuração eletrônica para alguns metais dos blocos s e p (os números em azul indicam o período e os números em vermelho, o grupo)

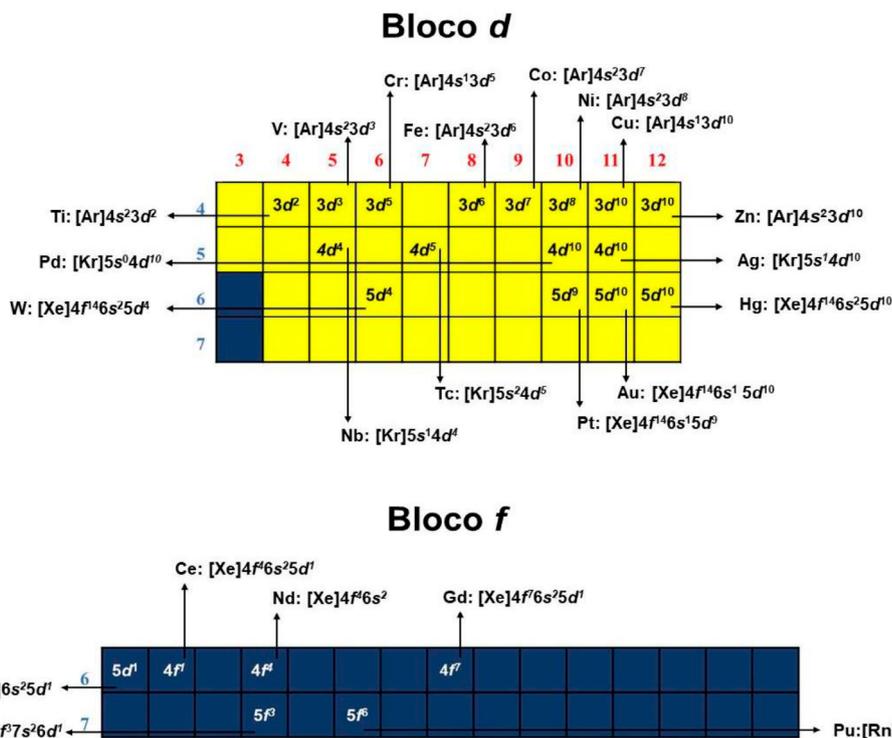


Figura 5. Configuração eletrônica para alguns metais dos blocos d e f (os números em azul indicam o período e os números em vermelho, o grupo). Todos os elementos do bloco f integram o grupo 3

que se encontra o raio atômico. Como pode ser observado na Figura 2, na face do cubo correspondente a este parâmetro, foi colocado o valor do raio atômico em picômetro (1 pm = 10⁻¹² m) e uma representação circular do tamanho do átomo. Tomou-se o cuidado de colocar os círculos que representam os átomos em tamanhos proporcionais aos seus raios, possibilitando assim que o aluno observe como varia o tamanho dos átomos ao longo de um período e de um grupo. A Figura 6 ilustra a variação do tamanho dos átomos na Tabela Periódica.

Ao observar a face dos cubos com o valor do raio atômico e a representação dos átomos em círculo, o aluno deve concluir, por meio da observação e discussão com os colegas, que, de maneira geral, os átomos diminuem de tamanho da esquerda para a direita, ou seja, com o aumento de Z ao longo

de um período e aumentam de tamanho de cima para baixo, ou seja, com o aumento de Z em um mesmo grupo.

Ao final da explicação do raio atômico, deve-se solicitar aos alunos que virem os cubos com a face em que se encontra a densidade (*d*) voltada para cima. Neste momento, o professor pode defini-la como a razão entre a massa (*m*) e o volume (*V*) a uma dada temperatura e pressão, ou seja, $d = m/V$, a qual é frequentemente expressa em g.cm⁻³, embora, no sistema internacional de unidades (SI), sua unidade seja kg.m⁻³.¹⁹ Na Figura 7 são apresentados os valores de densidade¹⁵ para os metais selecionados para a atividade proposta.

Após os alunos colocarem os cubos com a face que contém a densidade voltados para cima, o professor pode solicitar que eles observem os valores, discutam e tentem

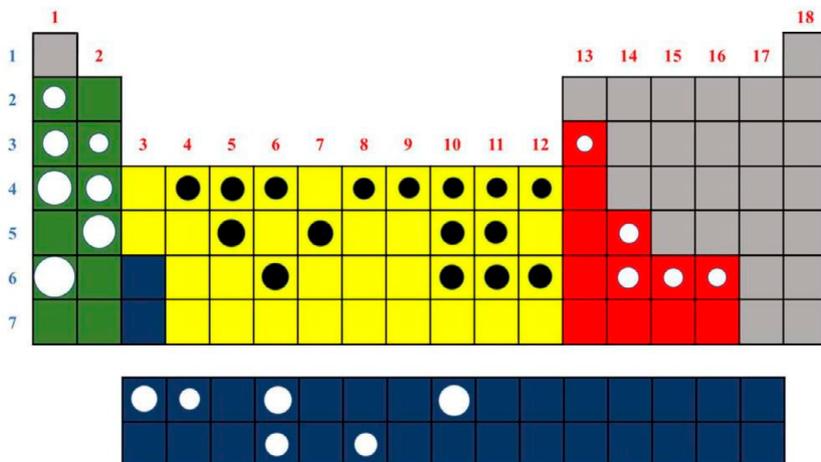


Figura 6. Representação do tamanho do átomo para cada elemento químico abordado na atividade proposta

altos, são os elétrons das camadas mais externas, os quais determinam as propriedades químicas de um elemento.¹⁷ É possível prever a configuração eletrônica de um elemento químico conhecendo a sua posição na Tabela Periódica (Figuras 4 e 5).¹⁸

Os blocos de elementos químicos são designados pelas letras *s*, *p*, *d* e *f*, os quais indicam os subníveis eletrônicos e derivam, respectivamente, das palavras em inglês *sharp*, *principal*, *diffuse* e *fundamental*.²² Em um mesmo bloco, os elementos químicos apresentam configurações eletrônicas similares, possuindo o elétron de mais alta energia no mesmo subnível. Dentre os elementos selecionados para a atividade, observa-se que o lantânio (La) é uma exceção, pois ele deveria apresentar o elétron de maior energia no subnível *f*, no entanto, apresenta no subnível *d* (Figura 5).

Para entender a configuração eletrônica do La é necessário compreender o conceito de números quânticos, os quais são códigos matemáticos relacionados com a energia do elétron. Cada elétron possui quatro números quânticos que o identificam e o conjunto dos quatro não se repete para dois elétrons de um mesmo átomo. São eles: número quântico principal (*n*), número quântico secundário (*l*), número quântico magnético (*m* ou *m_l*) e número quântico de spin (*m_s*). Para explicar a configuração do La, é necessário compreender os números quânticos principal e secundário, os quais serão explicados a seguir.^{6,18}

O número quântico principal (*n*) refere-se ao nível de energia dos elétrons ou à camada em que o elétron se encontra. Para os elementos conhecidos até o momento, a quantidade máxima de níveis de energia é sete, portanto, *n* deve estar compreendido entre 1 e 7. O número quântico secundário (*l*) refere-se ao subnível de energia do elétron. Os elétrons distribuem-se nos subníveis de energia, que são identificados pelas letras *s*, *p*, *d* e *f*. Os valores de *l* para cada subnível são: 0 para o *s*, 1 para o *p*, 2 para o *d* e 3 para o *f*. A distribuição dos elétrons ocorre na sequência do subnível que apresenta menor energia para aquele que apresenta maior energia. O nível de energia de um orbital em um átomo de hidrogênio é determinado pelo número quântico principal *n*. Dentro da mesma camada, todos os orbitais do hidrogênio possuem a mesma energia, independentemente de outros números quânticos. Entretanto, a situação é diferente em átomos multieletrônicos, sendo que o nível de energia do orbital dependente não só da camada, mas também da subcamada, ou seja, de ambos os números quânticos *n* e *l*. No átomo de hidrogênio, a única interação elétrica é a atração entre o núcleo positivo e elétron negativo, mas em átomos multieletrônicos, há muitas interações diferentes a serem consideradas. Deste modo, embora a maioria das configurações eletrônicas sejam corretamente contabilizadas pelas regras acima apresentadas, existem átomos que não seguem as configurações previstas, as quais são chamadas de configurações anômalas. Por exemplo, de acordo com o diagrama de Pauling, a configuração eletrônica esperada para o lantânio seria [Xe]6s²4f¹, no entanto, a configuração encontrada é [Xe]6s²5d¹. A maioria das configurações

eletrônicas anômalas mostradas na Figura 5 ocorre em elementos com números atômicos maiores do que 40, para os quais as diferenças energéticas entre os subníveis mais externos são pequenas. Em todos os casos, a transferência de um elétron de uma subcamada para outra reduz a energia total do átomo por causa de uma diminuição nas repulsões elétron-elétron.^{6,18}

Cada linha da Tabela Periódica corresponde a um período e os períodos são numerados de 1 a 7 de cima para baixo. Como pode ser observado nas Figuras 4 e 5, os períodos indicam a camada (número quântico principal) em que se encontra o elétron mais energético do átomo do elemento químico correspondente. Neste momento, o professor pode chamar a atenção do aluno para a configuração dos elementos escolhidos para a atividade e conduzi-los a compreenderem a lógica dos períodos na Tabela Periódica. Assim, para os elementos do bloco *s* do segundo período indicados na Figura 4, observa-se que o elétron mais energético se encontra no orbital 2*s*, para os do terceiro período, no 3*s*, para os do quarto período, no 4*s*, para o o quinto período, no 5*s* e para o do sexto período, no 6*s*. Conclui-se assim que, todos os metais do bloco *s* terão o elétron mais energético no orbital *s* e o número do período corresponderá ao número quântico principal, ou seja, *ns*. Esse comportamento também é observado para os metais do bloco *p*. Como pode ser visto na Figura 4, para os elementos do bloco *p* escolhidos para a atividade, Al está localizado no terceiro período e apresenta o elétron mais energético no orbital 3*p*; Sn é do quinto período e apresenta elétron mais energético no orbital 5*p* e Pb, Bi e Po são do sexto período e apresentam o elétron mais energético no orbital 6*p*. Assim, o elétron de maior energia dos metais do bloco *p* terão configuração igual a *np*.^{6,18}

Para os elementos dos blocos *d* e *f*, a relação entre o número quântico principal e o período em que se encontram é diferente da observada para os elementos dos blocos *s* e *p*. Como apresentado na Figura 5, os elementos do quarto período do bloco *d*, possuem o elétron de maior energia no orbital 3*d*, do quinto período, no orbital 4*d* e os do sexto período, no orbital 5*d*. Assim, para os elementos do bloco *d*, o número quântico principal para o elétron mais energético corresponde ao número do período menos 1 (*n*-1). Para os elementos do bloco *f*, o número quântico principal para o elétron mais energético corresponde ao número do período menos 2 (*n*-2). Na Figura 5 isso pode ser observado para os elementos selecionados do bloco *f* do sexto e sétimo período, exceto para o La, uma vez que, como explicado anteriormente, ele é uma exceção.^{6,18}

Para os elementos dos blocos *s* e *p*, os elétrons mais externos correspondem àqueles que ocupam a camada de valência do átomo, ou seja, aquela com o maior valor do número quântico principal (*n*). Entretanto, elementos de transição possuem níveis de energia (*n*-1)*d* parcialmente preenchidos, os quais estão muito próximos em energia ao nível *ns*. Portanto, diferentemente dos elementos representativos, um elétron de valência para metais de transição é definido como um elétron que reside fora da configuração de gás nobre. Logo, os elétrons

d em elementos de transição geralmente se comportam como elétrons de valência embora eles não estejam na camada de valência. Deste modo, para os elementos de transição deve-se considerar não apenas o maior valor de *n*, mas sim o somatório dos números quânticos principal e secundário (*n + l*) para a determinação dos níveis mais energéticos dos átomos, isto é, daqueles que irão participar das ligações químicas. Por exemplo, o elemento Fe possui número atômico 26 e sua configuração eletrônica é [Ar]4s²3d⁶. Sendo assim, a sua camada de valência é a que possui o maior valor do número quântico principal (*n* = 4), porém, tanto para o subnível 4s quanto para o 3d teremos um somatório de *n + l* = 5, portanto, os elétrons que ocupam estes níveis são os elétrons mais externos (mais energéticos) e que irão influenciar em suas propriedades.^{6,18}

Cada coluna da Tabela Periódica constitui um grupo e os elementos químicos de um mesmo grupo apresentam o mesmo número de elétrons de valência, o que faz com que eles tenham propriedades semelhantes. De acordo com as recomendações atuais da IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), os grupos são classificados com números indo-arábicos de 1 a 18, da esquerda para a direita como mostrado na Figura 3 (números em vermelho na parte superior da tabela). Antigamente existiam dois sistemas de classificação dos grupos da Tabela Periódica: o da IUPAC, mais utilizado na Europa e o da CAS (*Chemical Abstracts Service*), mais comum na América²³. Ambos combinavam o uso de algarismos romanos com letras. No antigo sistema da IUPAC, as letras A e B eram designadas para distinguir o lado esquerdo (A) do direito (B) da Tabela Periódica, enquanto no sistema CAS a letra A foi utilizada para indicar os elementos representativos e a letra B, os elementos de transição. O novo sistema de classificação dos elementos em grupos da IUPAC foi desenvolvido para substituir os dois sistemas apresentados anteriormente porque havia uma confusão em torno deles,

uma vez que, em alguns casos, eles usavam os mesmos nomes para se referir a grupos diferentes como apresentado na Tabela 2. É importante apresentar o novo sistema da IUPAC de classificação dos elementos químicos em grupos aos alunos, enfatizando que não se deve mais utilizar o antigo sistema que ainda é encontrado em alguns livros e materiais didáticos.²³ Também deve-se deixar claro que não se usa mais o termo família como sinônimo de grupo e que é mais correto empregar este último.

Na Tabela 2 também é apresentada a classificação dos elementos químicos em representativos e de transição. É importante discutir essas denominações dos elementos com os alunos porque muitas vezes o termo “elementos (ou metais) de transição” é empregado erroneamente. De acordo com a IUPAC, os elementos representativos incluem os elementos dos grupos 1 e 2 (com exceção do hidrogênio) e dos grupos 13 ao 18, enquanto os elementos de transição são os pertencentes aos grupos 3 ao 11. Cabe ressaltar que os elementos do grupo 12 não pertencem a nenhum dos dois grupos. Geralmente os termos metais de transição e metais do bloco *d* são utilizados como sinônimos embora não sejam, já que os elementos do grupo 12 são do bloco *d*, mas não são de transição. Um elemento de transição é aquele em que o átomo possui um subnível *d* incompleto ou que origina um cátion com um subnível *d* incompleto.^{18,24} Quando a configuração eletrônica dos elementos do grupo 12 é avaliada, ou seja, zinco (Zn: [Ar]4s²3d¹⁰), cádmio (Cd: [Kr]5s²4d¹⁰) e mercúrio (Hg: [Xe]4f¹⁴6s²5d¹⁰), observa-se que eles possuem o subnível *d* completo e que quando formam cátions com valência 2+ (valência máxima para esses elementos), eles perdem os dois elétrons dos subníveis mais externos *s*, continuando assim com o subnível *d* completo. Por esse motivo, Zn, Cd e Hg não são metais de transição.^{6,18}

Tabela 2. Classificação dos elementos químicos em grupos

Elementos químicos	Antigo sistema de classificação dos grupos		Novo sistema da IUPAC de classificação dos grupos	Denominação dos elementos de acordo com os grupos
	IUPAC (Europa)	CAS (EUA)		
Li, Na, K, Rb, Cs, Fr	IA	IA	Grupo 1	Elementos representativos
Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra	IIA	IIA	Grupo 2	
Sc, Y	IIIA	IIIB	Grupo 3	Elementos de transição
Ti, Zr, Hf, Rf	IVA	IVB	Grupo 4	
V, Nb, Ta, Db	VA	VB	Grupo 5	
Cr, Mo, W, Sg	VIA	VIB	Grupo 6	
Mn, Tc, Re, Bh	VIIA	VIIIB	Grupo 7	
Fe, Ru, Os, Hs	VIII	VIIIB	Grupo 8	
Co, Rh, Ir, Mt	VIII	VIIIB	Grupo 9	
Ni, Pd, Pt, Ds	VIII	VIIIB	Grupo 10	
Cu, Ag, Au, Rg	IB	IB	Grupo 11	
Zn, Cd, Hg, Uub	IIB	IIB	Grupo 12	
B, Al, Ga, In, Tl	IIIB	IIIA	Grupo 13	Elementos representativos
C, Si, Ge, Sn, Pb	IVB	IVA	Grupo 14	
N, P, As, Sb, Bi	VB	VA	Grupo 15	
O, S, Se, Te, Po	VIB	VIA	Grupo 16	
F, Cl, Br, I, At	VIIIB	VIIA	Grupo 17	
He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn	0	VIIIA	Grupo 18	

Obs.: Todos os elementos do bloco f integram o grupo 3

O bloco s é constituído pelos elementos dos grupos 1 e 2, incluindo também o He. Os elementos do grupo 1 (metais alcalinos e o hidrogênio) possuem um elétron de valência, sendo que para estes, a camada de valência pode ser representada por ns^1 , enquanto que os elementos do grupo 2 (metais alcalinos terrosos) e o He possuem 2 elétrons de valência e suas camadas de valência podem ser representadas por ns^2 (Figura 4).^{6,18}

Os elementos do grupo p são constituídos pelos grupos 13, 14, 15, 16, 17 e 18 (exceto o He), que apresentam, respectivamente, as seguintes configurações eletrônicas do orbital mais energético: np^1 , np^2 , np^3 , np^4 , np^5 e np^6 (Figura 4). De acordo com a IUPAC¹⁸, os elementos do grupo 15 são chamados de pinictogênios, os do grupo 16, calcogênios, os do grupo 17, halogênios e os do grupo 18, gases nobres. Como o foco deste trabalho são os metais, cabe ressaltar que somente os grupos 13, 14, 15 e 16 possuem elementos metálicos como constituintes.^{6,18} Ao abordar os metais do bloco p , é importante informar aos alunos sobre um fato equivocado que acontece frequentemente com o elemento polônio (Po): algumas Tabelas Periódicas o classificam como metalóide. Um metalóide é um elemento químico que, em seu estado padrão, atende a três critérios: apresenta a estrutura eletrônica de bandas de um semicondutor, possui o primeiro potencial de ionização compreendido entre 750 e 1000 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e exibe uma eletronegatividade compreendida entre 1,9 e 2,2.²⁵ O Po atende a dois destes critérios: ele apresenta um potencial de ionização de 812,1 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e uma eletronegatividade de 2,0. Entretanto, ele possui uma estrutura de banda metálica, o que faz com ele seja melhor classificado como metal.²⁵

O bloco d é constituído pelos grupos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, os quais deveriam apresentar, respectivamente as seguintes configurações eletrônicas do orbital mais energético: $(n-1)d^1$, $(n-1)d^2$, $(n-1)d^3$, $(n-1)d^4$, $(n-1)d^5$, $(n-1)d^6$, $(n-1)d^7$, $(n-1)d^8$, $(n-1)d^9$ e $(n-1)d^{10}$. Entretanto, existem exceções, sendo algumas explicadas na sequência. No caso do Cr, por exemplo, a distribuição esperada seria $[\text{Ar}]4s^23d^4$, no entanto, nesta configuração, o subnível d fica semipreenchido, enquanto que na configuração real, $[\text{Ar}]4s^13d^5$, o subnível d fica totalmente preenchido (Figura 8), o que faz com que ela

seja favorecida. Esta configuração eletrônica só é possível porque a diferença de energia entre os orbitais $4s$ e $3d$ é pequena e o elétron consegue saltar facilmente de um orbital para o outro. A mesma explicação justifica a configuração eletrônica do Cu ser $[\text{Ar}]4s^13d^{10}$ e não $[\text{Ar}]4s^23d^9$ (Figura 8). Para a Pt, a configuração eletrônica esperada é $[\text{Xe}]4f^{14}6s^25d^8$, mas a encontrada é $[\text{Xe}]4f^{14}6s^15d^9$. Isso se deve à baixa separação energética entre os orbitais $6s$ e $5d$ devido à contração, fenômeno que recebe o nome de “efeito relativístico”. Esse efeito também é observado para o Au, cuja configuração eletrônica esperada é $[\text{Xe}]4f^{14}6s^25d^9$ e a encontrada é $[\text{Xe}]4f^{14}6s^15d^{10}$.^{6,18}

Com relação aos metais do bloco f , cabe ressaltar que eles incluem os elementos do sexto período, os quais são denominados de lantanídeos e os elementos do sétimo período, chamados de actinídeos. Em inglês, a IUPAC²⁶ tem utilizado a denominação *lanthanoid* no lugar de *lanthanide* e *actinoid* no lugar de *actinide*, de forma a evitar uma coincidência em inglês com a terminação *ide* empregada para ânions como *chloride*, *bromide*, *fluoride* e outros. Esse problema não existe em português, uma vez que os ânions apresentam terminação *-eto* (cloreto, brometo e iodeto), o que não sustenta a justificativa apresentada anteriormente para este idioma. Por esse motivo, *lanthanoid* e *actinoid* devem ser utilizados em português como lantanídeos (lantanídeos) e actinídeos (actinídeos), respectivamente. A terminação *-eo* (lantanídeo e actinídeo), ainda encontrada em alguns textos científicos em português tem cedido espaço para *-io* (lantanídeo e actinídeo) já que esta é a terminação dominante entre os elementos químicos (hidrogênio, oxigênio, alumínio, cromo, etc.).²⁶

Todos os elementos da série dos lantanídeos e actinídeos pertencem ao grupo 3, sendo que a camada de valência de um lantanídeo contém orbitais atômicos $4f$ e a de um actinídeo, orbitais $5f$. Uma diferença crucial entre os orbitais $4f$ e $5f$ é o fato de que os $4f$ são energeticamente inacessíveis, o que faz com que seus elétrons não estejam disponíveis para ligações covalentes. Com isso, a ionização para originar cátions com NOX maior do que $3+$ é energeticamente desfavorável e justifica os cátions resultantes dos elementos da série dos lantanídeos apresentarem estado de oxidação $3+$. O lantânio

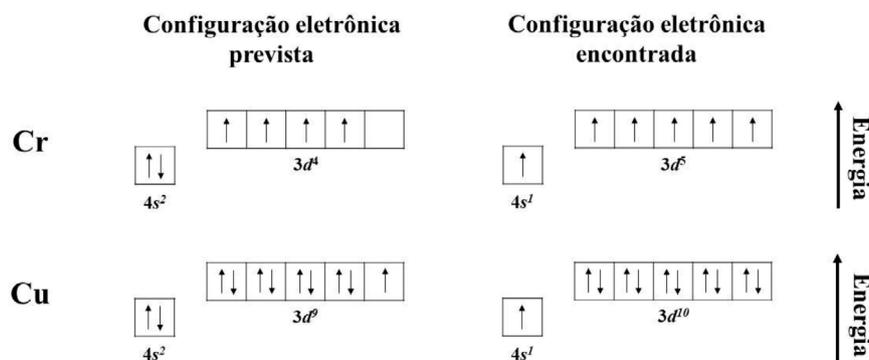


Figura 8. Representação diagramática da configuração eletrônica (somente elétrons mais externos) dos elementos cromo (Cr) e cobre (Cu) no estado fundamental

(La) é o primeiro elemento da série dos lantanídeos e seus elétrons mais externos apresentam configuração $ns^2(n-1)d^1$, das mesma forma que o lutécio (Lu), o último elemento da série. A configuração eletrônica do La é $[Xe]6s^25d^1$ e do Lu, $[Xe]4f^{14}6s^25d^1$, sendo que ambos nunca exibem orbitais f parcialmente preenchidos em seus compostos.^{6,18}

Na Figura 6, é possível observar como varia o tamanho dos átomos em função da posição do elemento na Tabela periódica, notando-se que os átomos diminuem ao longo de um período e aumentam ao longo de um grupo. Esse comportamento pode ser explicado considerando que o tamanho de um átomo depende da carga nuclear efetiva (Z_{ef}), aquela que realmente atua sobre o elétron. Ela é obtida subtraindo-se a contribuição do número de elétrons mais internos, efeito conhecido como blindagem. Para os elementos de um mesmo período, a blindagem exercida pelos elétrons é comparável e a atração nuclear passa a crescer com o aumento da carga efetiva do núcleo, à medida que aumenta o número atômico. Isso acarreta na maior aproximação dos elétrons, resultando em uma contração dos átomos ao longo de um período, como pode ser observado na Figura 6. Em um mesmo grupo, a carga nuclear efetiva varia pouco, uma vez que o aumento no número atômico é compensado pelo aumento do número de elétrons mais internos. Assim, quando se analisa o raio atômico em um mesmo grupo, observa-se seu aumento com o aumento de Z , uma vez que o número de camadas, ou seja, o número quântico principal n aumenta (Figura 6).^{6,18}

Em uma dada camada n , um menor valor do número quântico l corresponde a um maior valor de Z_{ef} e a uma menor energia para o elétron (Figura 9). Assim, de maneira geral, o raio atômico tende a aumentar na Tabela Periódica da direita para a esquerda e de cima para baixo. Entretanto, os raios atômicos dos metais do bloco d do quinto e sexto período em um mesmo grupo são bastante semelhantes (Figura 6). Este comportamento se deve ao efeito chamado de “contração lantanídica”, que consiste no decréscimo no tamanho do lantanídeo desde o cério (Ce) até o lutécio (Lu) causado pela baixa eficiência de blindagem da carga nuclear pelos orbitais do tipo f . Este fato explica, por exemplo, a semelhança entre os raios do Pd e da Pt e os da Ag e do Au. Neste momento, é importante deixar claro para o aluno que o raio atômico é uma propriedade periódica pois se relaciona

às configurações eletrônicas dos elementos o que faz com que seja possível prever uma tendência geral de variação em função da sua posição na Tabela Periódica. Como o raio atômico, são exemplos de propriedades periódicas a energia de ionização e a afinidade eletrônica.^{6,18}

A densidade é uma propriedade intensiva, ou seja, sua magnitude independe da quantidade de substância do material ou sistema.²⁷ Ela é derivada de duas propriedades extensivas, a massa e o volume, cujas magnitudes dependem da quantidade de substância.²⁷ Ao observar ao longo de um período os valores de densidade dos metais selecionados para a atividade proposta, percebe-se que há um aumento da esquerda para a direita até o grupo 8 (grupo em que se encontra o Os) e da direita para a esquerda até o mesmo grupo. Quando se observa os valores nos grupos, há um aumento nos valores de cima para baixo. Assim, observa-se que há uma tendência de variação da densidade com a posição do elemento na Tabela Periódica. Apesar disso, a densidade não pode ser associada como propriedade de um único átomo do elemento químico.

Quando se menciona a densidade do oxigênio, por exemplo, não se refere à densidade do átomo O, mas à densidade do O_2 , uma molécula diatômica. O mesmo acontece em se tratando de metais. A densidade de um metal está relacionada ao volume ocupado por uma célula unitária, a qual consiste em um arranjo organizado de átomos do elemento químico correspondente, que se repete no espaço originando o material metálico, ou seja, a densidade de um metal depende não apenas do tamanho do átomo deste metal, mas do arranjo espacial de sua célula unitária e do número de átomos constituintes desta célula unitária.^{6,18} Mesmo no caso de materiais constituídos por partículas monoatômicas, como é o caso dos gases nobres, a densidade dependerá das interações moleculares entre as partículas do gás, pois essas interações definirão o volume ocupado pelo gás em determinada temperatura e pressão. Neste momento, é importante que o professor deixe estes detalhes claros para os alunos, para que eles não compreendam, de forma equivocada, que para se determinar a densidade de um certo elemento químico basta determinar a massa de um átomo deste elemento (por meio de sua massa molar e do número de Avogadro) e dividir pelo volume do átomo (o qual pode ser calculado considerando o átomo uma esfera de raio igual ao raio atômico).

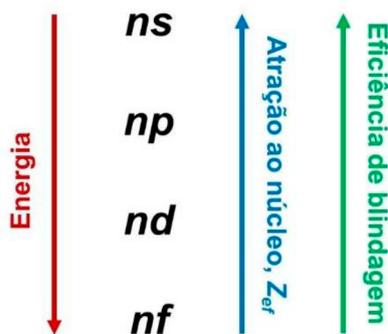


Figura 9. Relação entre a energia do elétron, a carga nuclear efetiva e a eficiência de blindagem em função do tipo de orbital em uma mesma camada

4. Relato de Experiência da Aplicação das Dinâmicas de Grupo no Ensino Médio

As duas dinâmicas de grupo propostas neste trabalho para a abordagem da Tabela Periódica nos cursos de formação de professores e no Ensino Médio fazem parte de um material de apoio ao professor produzido no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI). Neste material é proposta uma sequência didática para a abordagem do tema metais no Ensino Médio e, além das duas dinâmicas apresentadas neste trabalho, foram propostas outras três atividades que tinham como objetivo ensinar aos alunos: (1) o conceito de densidade e a determinação experimental da densidade de alguns metais, (2) conceitos químicos relacionados à fabricação do alumínio e (3) aspectos químicos, ambientais e sociais relacionados à reciclagem do alumínio.

As atividades foram oferecidas a 14 alunos do 1º ano do Ensino Médio do período matutino de uma escola estadual da cidade de Itumbiara/GO, no segundo semestre de 2018, na disciplina intitulada “Tópicos de Química”, sendo que o professor desta disciplina na época era discente do PROFQUI. Esta disciplina integrava um núcleo de disciplinas criado pela Secretaria de Educação do Estado de Goiás com o objetivo de possibilitar a melhoria do ensino nas áreas selecionadas como prioritárias. No ano em questão, a disciplina regular de Química foi ministrada por um outro professor, sendo que os alunos já haviam estudado a Tabela Periódica nesta disciplina quando as dinâmicas de grupo apresentadas neste artigo foram aplicadas. Para a aplicação das duas dinâmicas foram utilizadas 4 aulas.

Os resultados da aplicação das duas dinâmicas foram obtidos por meio de observações, impressões e interpretações realizadas pelo professor-pesquisador e por meio da análise de respostas dos alunos a algumas indagações. As respostas dos alunos foram classificadas como respostas satisfatórias, parcialmente satisfatórias e insatisfatórias, com base em uma resposta pré-estabelecida como esperada.

Por se tratar de uma aplicação no Ensino Médio, as dinâmicas de grupo propostas neste trabalho foram adaptadas. Na dinâmica de grupo 1, por exemplo, ao invés de utilizar os envelopes, o professor-pesquisador optou

por selecionar e imprimir imagens dos objetos/produtos no tamanho de metade de uma folha A4. No início da dinâmica, estas imagens foram entregues aleatoriamente aos alunos, que tinham que descrevê-las aos seus colegas. Não foram utilizados todos os objetos/produtos da Tabela 1, tendo sido selecionados os seguintes: 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 29, 33 e 34. Na Tabela 3 são apresentadas algumas das respostas dadas pelos alunos na descrição dos objetos/produtos.

De maneira geral, notou-se que os alunos conseguiram descrever características das imagens que receberam. A resposta dada para o objeto/produto 33 (usina nuclear) merece destaque. Como pode ser observado na Tabela 3, o aluno associou a usina nuclear à bomba atômica. Esta associação chama a atenção porque ambas fazem uso de elementos radioativos, porém com finalidades diferentes: a primeira para a geração de energia e a segunda como armamento químico. No momento da apresentação deste aluno, o professor entrevistou e promoveu uma discussão sobre a visão negativa que a sociedade ainda tem da Química, frequentemente associando-a somente a produtos e ações que agridem a saúde e o meio ambiente.

Dentre as respostas apresentadas na Tabela 3, outra que chama a atenção é a resposta do aluno que associa diretamente o elemento metálico ouro às alianças constituídas por este elemento. Neste momento o professor indagou os alunos sobre o que é o ouro, esperando a resposta de que ele é um metal e direcionou os alunos a pensarem em quais elementos químicos estavam presentes nos objetos/ produtos que estavam sendo apresentados.

Quando o professor questionou sobre a pergunta título da dinâmica de grupo 1 (O que esses objetos/produtos têm em comum?), apenas três responderam de maneira satisfatória ou parcialmente satisfatória. A resposta satisfatória foi: “Metais”. As duas respostas consideradas parcialmente satisfatórias por apresentarem o termo “elemento” na sua composição foram: “Têm elementos químicos” e “São elementos encontrados na natureza.”

Na realização da dinâmica de grupo 2, ao expor o *banner* contendo a Tabela Periódica da Figura 3 para os alunos, estes ficaram curiosos para conhecer como se daria a realização da atividade. Os conteúdos foram discutidos na sequência apresentada anteriormente, por ser considerada lógica e

Tabela 3. Descrições dos alunos para alguns objetos/produtos da dinâmica de grupo 1

Objeto/Produto	Descrição do objeto/produto pelo aluno
2 - Sal de cozinha	“Tempero e que pode causar pressão alta nas pessoas.”
4 - Aparelho de radioterapia utilizado no tratamento de tumores cancerígenos	“Se a pessoa quebra uma perna, tira raio X.”
6 - Esqueleto humano	“Dá sustentação ao corpo.”
7 - Creme dental para dentes sensíveis	“Utilizada para dentes sensíveis.”
22 - Alianças de ouro	“Ouro.”
23 - Lâmpadas fluorescentes	“Utilizada para economizar energia.”
24 - Antiácido a base de hidróxido de alumínio	“Melhora a queimação do estômago.”
26 - Bateria automotiva	“Bateria de carro.”
33 - Usina Nuclear	“Fabricação de bomba.”

resultar na compreensão da organização da Tabela Periódica. A mudança das faces dos cubos ao longo da dinâmica possibilitou maior interação e discussão entre os alunos.

Após o professor discutir com os alunos a organização da Tabela Periódica pela ordem crescente de número atômico, a divisão dos elementos em grupos, períodos e blocos e a distribuição eletrônica dos elementos metálicos, ele questionou os alunos sobre como estão organizados os elementos químicos na Tabela Periódica, pergunta para a qual foram obtidas duas respostas parcialmente satisfatórias: “Períodos e Famílias” e “Períodos”. Percebe-se que os alunos mostraram dificuldades para apresentar respostas mais elaboradas, considerando conceitos que foram abordados na atividade, como número atômico e configuração eletrônica. Observa-se em uma das respostas, o termo família, que deixou de ser utilizado há algum tempo e, apesar de não ter sido utilizado pelo professor durante a dinâmica, foi apresentado como resposta.

Apesar do baixo número de respostas satisfatórias ou parcialmente satisfatórias nas duas dinâmicas realizadas, elas contribuíram para um maior envolvimento dos alunos não apenas nas aulas da disciplina em que foram aplicadas, mas também nas aulas das outras disciplinas, o que foi relatado pelos outros professores da escola ao professor-pesquisador. Assim, os alunos tornaram-se mais ativos e participativos do processo de aprendizagem. Essa mudança de postura dos alunos foi bastante nítida no decorrer das atividades, pois os mesmos mostraram-se bastante resistentes a participarem da primeira atividade, por ser um tipo de aula que eles não estavam acostumados. O simples fato de dispor as cadeiras da sala de aula em um semicírculo já foi considerada uma conquista para o professor-pesquisador.

Para finalizar, cabe mencionar o comentário de uma aluna ao professor-pesquisador que afirmou ter compreendido a Tabela Periódica pela primeira vez, mostrando que as dinâmicas de grupo contribuíram para aproximar os alunos da Química tornando-a mais compreensível para eles.

5. Considerações Finais

As duas dinâmicas de grupo propostas neste trabalho para abordar a Tabela Periódica nos cursos de formação inicial e continuada de professores e no Ensino Médio podem ser utilizadas como um recurso pedagógico para o ensino de um tema que ainda é pouco atrativo para os estudantes por ser explorado de maneira tradicional, baseando-se exclusivamente na memorização dos elementos químicos e de suas propriedades. Assim, espera-se que esta proposta possibilite que os alunos compreendam a Tabela Periódica de forma contextualizada a partir de objetos/produtos que contenham elementos metálicos em sua composição, seja na forma metálica ou iônica, numa sequência que favoreça além da memorização, a compreensão da construção e organização da Tabela Periódica.

O custo dos materiais necessários é um fator a ser considerado na proposição de atividades didáticas. Embora seja necessário um pequeno investimento inicial para aquisição dos materiais e confecção de *banner* e cubos utilizados nas duas atividades propostas, todo o material poderá ser reutilizado. Os envelopes poderão ser utilizados várias vezes, o mesmo acontecendo com os cubos, que poderão ser montados na primeira vez em que a atividade for realizada e guardados para serem reutilizados. O *banner*, se confeccionado em lona, terá elevada durabilidade. Assim, além do potencial educativo, pode-se afirmar que as dinâmicas de grupo propostas neste trabalho apresentam uma boa relação custo-benefício.

Além da proposta das dinâmicas de grupo, buscou-se apresentar neste artigo uma discussão detalhada e lógica de conteúdos químicos relacionados à Tabela Periódica que geralmente são de difícil entendimento para licenciandos/licenciados e que pode ser adaptada para o Ensino Médio. Espera-se que este material possa ser utilizado para uma abordagem diferenciada da Tabela Periódica nos diferentes níveis de ensino, contribuindo para uma aprendizagem que tenha significado e seja relevante para os alunos.

Agradecimentos

Ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), por oportunizar o desenvolvimento deste trabalho.

Referências Bibliográficas

1. Imberti, C.; Sadler, P. J.; Chapter One - 150 years of the periodic table: New medicines and diagnostic agents. *Advances in Inorganic Chemistry* **2020**, *75*, 3. [CrossRef]
2. Leite, B. S.; O Ano Internacional da Tabela Periódica e o Ensino de Química: das Cartas ao Digital. *Química Nova* **2019**, *42*, 702. [CrossRef]
3. Toma, H. E.; AITP 2019 - Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos. *Química Nova* **2019**, *42*, 468. [CrossRef]
4. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. The International Year of the Periodic Table. Disponível em: <<https://iypt2019.org/>>. Acesso em: 8 janeiro 2021.
5. IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. Periodic Table of Elements. **2021**. Disponível em: <<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>>. Acesso em: 8 janeiro 2021.
6. Miessler, G. L.; Fischer, P. J.; Tarr, D. A.; *Inorganic Chemistry*, 5a. ed, Pearson: Boston, 2014.
7. Bierenstiel, M.; Snow, K.; Periodic Universe: A Teaching Model for Understanding the Periodic Table of the Elements. *Journal of Chemical Education* **2019**, *96*, 1367. [CrossRef]

8. Cunha, M. F.; Corrêa, T.H. B.; A tabela periódica em fascículos: uma proposta de objeto educacional. *Educação Química em Ponto de Vista* **2020**, *4*, 75. [[CrossRef](#)]
9. César, E. T.; Reis, R. C.; Aliane, C. S. M.; Tabela Periódica Interativa. *Química Nova na Escola* **2015**, *37*, 180. [[CrossRef](#)]
10. 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* **2016**, *38*, 349. [[CrossRef](#)]
11. Silva, D.; München, S.; Carlan, F. A.; Pino, J. C. D.; Uma proposta diferenciada para o ensino de Tabela Periódica. *33oEDEQ - Movimentos Curriculares da Educação Química: o Permanente e o Transitório* 2013. [[Link](#)]
12. Alberti, T. F.; Abegg, I.; Costa, M. R. J.; Titton, M.; Dinâmicas de grupo orientadas pelas atividades de estudo: desenvolvimento de habilidades e competências na educação profissional. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos* **2014**, *95*, 346. [[CrossRef](#)]
13. Costa, B. R. O.; Borges, Y. P.; Barreto, S. B. C.; Pitombeira, A. L.; Brizola, L. M.; Forte, C. M. S.; Poker periódico: um jogo como ferramenta de aprendizagem dos elementos da tabela periódica. *VII Encontro Nacional das Licenciaturas*, Fortaleza, Brasil, 2018. [[Link](#)]
14. Pereira, E. G. C.; Fontoura, H. A.; Dinâmicas de grupo como recurso pedagógico no ensino de ciências. *IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Girona, Espanha, 2013. [[Link](#)]
15. Gray, T.; *Os Elementos: Uma Exploração Visual dos Átomos Conhecidos no Universo*, 1a. ed, Blucher: São Paulo, 2011.
16. 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* **2019**, *42*, 1125. [[CrossRef](#)]
17. Kotz, J. C.; Treichel, P. M.; Weaver, G. C.; *Química Geral e Reações Químicas*, 6a. ed, Cengage Learning: São Paulo, 2010.
18. Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G.; *Inorganic Chemistry*, 2a. ed, Pearson Education Limited: London, 2005.
19. Hawkes, S. J.; The concept of density. *Journal of Chemical Education* **2004**, *81*, 14. [[CrossRef](#)]
20. Ribeiro, D.; Número atômico. *Revista de Ciência Elementar* **2014**, *2*, 181. [[CrossRef](#)]
21. Jensen, W. B.; The origins of the symbols A and Z for atomic weight and number. *Journal of Chemical Education* **2005**, *82*, 1764. [[CrossRef](#)]
22. Weisstein, E. W.; Electron Orbital. **2007**. Disponível em: <<https://scienceworld.wolfram.com/physics/ElectronOrbital.html>> Acesso em: 8 janeiro 2021.
23. New World Encyclopedia. Periodic table. Disponível em: <https://www.newworldencyclopedia.org/entry/periodic_table?fbclid=IwAR0N7jA_T-134KZodxNOsi5fjRZbTrZgBBKaoGIXjqmPZqBVB0ng6KvyaNc> Acesso em: 8 janeiro 2021.
24. International Union of Pure and Applied Chemistry. *Compendium of Chemical Terminology - Gold Book*, IUPAC, 2019.
25. Vernon, R. E.; Which elements are metalloids? *Journal of Chemical Education* **2013**, *90*, 1703. [[CrossRef](#)].
26. Toma, H. E.; Ferreira, A. M. da C.; Massabni, A. M. G.; Massabni, A. C.; *Nomenclatura básica de química inorgânica: adaptação simplificada, atualizada e comentada das regras da IUPAC para a língua portuguesa* Blucher: São Paulo, 2014.
27. Saldanha, T. C. B.; Subramanian, S.; Propriedades Intensivas e Cálculos Termoquímicos. *Química Nova* **1993**, *16*, 470. [[CrossRef](#)]