

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI**

Material de Apoio:

Uma proposta de Sequência Didática para a Abordagem
do Tema Metais no Ensino Médio

Proponentes: Prof. Sérgio de Oliveira Freitas

Profa. Dra. Carla Regina Costa

Prof. Dr. Pedro Ivo da Silva Maia

UBERABA

2019

APRESENTAÇÃO

Este material de apoio foi desenvolvido com o objetivo de apresentar uma abordagem diferenciada sobre o tema metais para o ensino médio. Trata-se de uma sequência didática que compreende 5 atividades, cujos títulos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Títulos das atividades propostas para a abordagem do tema “metais” no ensino médio

Atividade	Título
1	O que os objetos/produtos das imagens têm em comum?
2	Como estão organizados os elementos químicos na tabela periódica?
3	Este metal é pesado?
4	De onde vem os metais?
5	Como são recicladas as latinhas de alumínio?

Propõe-se que cada atividade seja realizada em no mínimo duas aulas. Como forma de despertar o interesse dos alunos para os assuntos abordados, todos os títulos foram pensados como perguntas para as quais os estudantes deveriam buscar respostas no decorrer das atividades.

Na proposição da sequência de ensino, buscou-se explorar diferentes recursos didáticos. Assim, nas atividades 1 e 2 são propostas dinâmicas de grupo; na 3 propõe-se a realização de um experimento; na 4 orienta-se trabalhar com a história em quadrinhos “Wandeca e o que sai da Mina: Aventura com o Alumínio”, material educativo produzido pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), e com o vídeo do “Manual do Mundo” intitulado “Como é fabricado o alumínio?” e; na atividade 5, sugere-se o vídeo “Como funciona a reciclagem de latinhas de alumínio”, também do “Manual do Mundo”. Cabe ressaltar que procurou-se dar um destaque visual a todas as atividades pensando na inclusão de alunos com deficiência auditiva, uma vez que entendemos que a experiência visual é importante para a aprendizagem destes estudantes.

A sequência de atividades proposta pode ser utilizada como material de apoio aos livros didáticos, pois permite abordar de maneira lúdica diversos componentes

curriculares da química trabalhados no Ensino Médio, como: tabela periódica, número atômico e número de massa, distribuição eletrônica, densidade, número de oxidação e propriedades dos materiais. Ela buscou ainda abordar a reciclagem de metais de forma a desenvolver nos alunos a consciência social e ambiental defendida pela abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Esperamos que este material seja de grande utilidade para os professores, contribuindo para que aprimorem suas práticas docentes. Também esperamos que este material possa despertar o interesse dos alunos pela química, percebendo que ela está mais próxima de suas realidades do que eles imaginam e contribua para torná-los cidadãos conscientes do seu papel no contexto social e ambiental.

ATIVIDADE 1: O QUE OS OBJETOS/PRODUTOS DAS IMAGENS TÊM EM COMUM?

O objetivo desta atividade é fazer com que os alunos identifiquem a presença de elementos metálicos em objetos e/ou produtos que fazem parte de seu cotidiano.


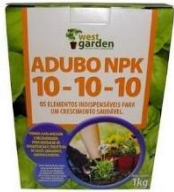


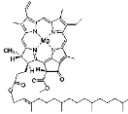



Inicialmente, recomenda-se que os alunos sejam dispostos em um semicírculo e que seja entregue, a cada um, uma imagem de um objeto ou produto constituído por pelo menos um elemento metálico. Recomenda-se que as imagens sejam impressas em metade de uma folha de papel A4 de gramatura igual ou superior a 180 g/m² (Apêndice A). Na outra metade deve ser impresso o nome do elemento metálico correspondente à imagem e seu respectivo símbolo (Apêndice A). A folha deve ser recortada, separando-se a imagem do nome do elemento antes da primeira ser entregue aos alunos. Caso o professor queira economizar gastos e papel, poderá definir o tamanho que considerar adequado.


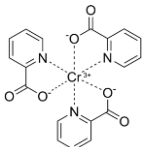







Recomenda-se que os metais selecionados para esta dinâmica incluam representantes dos diversos blocos de elementos metálicos da tabela periódica. Na Tabela 2, apresentamos 24 elementos químicos metálicos representantes dos diversos blocos da tabela periódica selecionados para esta atividade e na Tabela 3, 26 imagens de objetos/produtos que contenham estes elementos com diferentes números de oxidação (NOX), ou seja, NOX igual a zero (forma metálica) ou NOX maior do que zero (forma catiônica).









Tabela 2: Elementos químicos metálicos sugeridos para a atividade 1.

Blocos metálicos	Elementos químicos
Metais do bloco <i>s</i>	Na, K, Cs (Metais Alcalinos)
	Mg, Ca, Sr (Metais Alcalinos Terrosos)
Metais do bloco <i>d</i>	Ti, Cr, Fe, Co, Cu, Zn, Pd, Ag, W, Pt, Au, Hg
Metais do bloco <i>p</i>	Al, Sn, Pb
Metais do bloco <i>f</i>	La (Lantanídeos)
	U, Pu (Actinídeos)

Tabela 3: Objetos/produos constituídos por elementos metálicos.

Objeto/ Produto	Imagem	Elemento químico metálico	Forma na qual a espécie metálica se encontra	NOX do elemento no objeto/produto	Bloco da tabela periódica
1		Na (Sódio)	Iônica NaCl	1+	Bloco s
2		K (Potássio)	Iônica	1+	Bloco s
3		Cs (Césio)	Iônica CsCl	1+	Bloco s
4		Mg (Magnésio)	Iônica 	2+	Bloco s
5		Ca (Cálcio)	Iônica $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ CaCO_3	2+	Bloco s
6		Sr (Estrôncio)	Iônica SrCl_2	2+	Bloco s
7		Ti (Titânio)	Metálica Ti	0	Bloco d

8		Cr (Cromo)	Iônica 	3+	Bloco d
9		Fe (Ferro)	Metálica	0	Bloco d
10		Pt (Platina)	Metálica	0	Bloco d
11		W (Tungstênio)	Metálica	0	Bloco d
12		Al (Alumínio)	Metálica	0	Bloco p
13		Cu (Cobre)	Metálica	0	Bloco d
14		Co (Cobalto)	Iônica CoCl ₂	2+	Bloco d
15		Al (Alumínio)	Iônica Al(OH) ₃	3+	Bloco s

16		Pu (Plutônio)	Metálica	0	Bloco f
17		U (Urânio)	Iônica UO ₂	4+	Bloco f
18		Cu (Cobre)	Metálica	0	Bloco d
19		Pb (Chumbo)	Metálica Pb Iônica PbSO ₄ PbO ₂	0, 2+, 4+	Bloco p
20		La (Lantânio)	Iônica La ₂ O ₃	3+	Bloco f
21		Ag (Prata)	Metálica Ag Iônica AgCl	0, 1+	Bloco d
22		Au (Ouro)	Metálica	0	Bloco d
23		Hg (Mercúrio)	Metálica	0	Bloco d

24		Sn (Estanho)	Metálica	0	Bloco p
25		Zn (Zinco)	Iônica ZnO	2+	Bloco d
26		Pd (Paládio)	Metálica	0	Bloco d

Com a imagem em mãos, cada aluno deve refletir sobre a mesma, mostrá-la e descrevê-la aos colegas. A seguir apresentamos uma breve descrição dos objetos/produtos da Tabela 3 e algumas curiosidades sobre os mesmos, de forma a auxiliar o professor na condução da atividade.

A imagem 1 (Tabela 3) é a do sal de cozinha, que tem como principal constituinte o cloreto de sódio (NaCl). Ele serve para conservar e dar sabor à comida. Na Roma Antiga, porções de sal eram utilizadas como forma de pagamento aos soldados.

A imagem 2 (Tabela 3) é do fertilizante químico NPK. Ele tem esse nome devido aos macroelementos que o constituem (N, nitrogênio; P, fósforo e K, potássio) e que são fundamentais para todas as etapas de desenvolvimento das plantas. O potássio, princípio ativo metálico deste fertilizante, atua como ativador de enzimas e também na fotossíntese. Ele faz com que a planta tenha um melhor controle sobre suas funções vitais como respiração, perda de água e resistência a pragas. Ele também fortalece as raízes, tornando-as mais resistentes à aridez. A falta de potássio no solo acarreta na diminuição da resistência das plantas às pragas, na vida útil dos frutos e também no valor alimentar dos grãos.

A imagem 3 (Tabela 3) é a de um aparelho de radioterapia, utilizado no tratamento de tumores cancerígenos. O radioisótopo céσιο-137, na forma do sal cloreto de céσιο

(CsCl), foi utilizado como fonte de radiação nestes equipamentos e ficou conhecido no Brasil pelo acidente ocorrido em Goiânia no ano de 1987. Neste acidente, uma cápsula de céσιο-137, negligentemente abandonada, foi violada, expondo à radiação pessoas que entraram em contato com o produto, o que ocasionou doenças e mortes. No ano do acidente, o céσιο estava sendo substituído por outros elementos radioativos na fabricação de aparelhos radioterápicos, como o cobalto-60, provavelmente devido ao menor tempo de vida deste.

A imagem 4 (Tabela 3) é a do espinafre, uma erva rasteira cuja cor verde se deve à presença de uma metalobiomolécula chamada de clorofila. As clorofilas são moléculas macrocíclicas insaturadas que possuem como íon central o cátion magnésio. Existem quatro tipos de clorofila (*a*, *b*, *c* e *d*), sendo que a clorofila *a* é o tipo mais abundante, representando cerca de 75% de todos os pigmentos verdes encontrados nas plantas. Ela possui papel fundamental no processo de fotossíntese. As demais clorofilas atuam como pigmentos acessórios neste processo, auxiliando na ampliação da faixa de luz que pode ser utilizada.

A imagem 5 (Tabela 3) é a de um esqueleto humano constituído por um conjunto de ossos que tem como funções: sustentar o corpo, promover a sua locomoção e garantir a proteção dos órgãos. Os ossos são constituídos por 30% de uma substância orgânica chamada de osseína e por 70% de minerais, incluindo principalmente o fosfato de cálcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) e o carbonato de cálcio (CaCO_3).

A imagem 6 (Tabela 3) é a de um creme dental que combate a hipersensibilidade dos dentes. Ele possui em sua composição o sal acetato de estrôncio, $\text{Sr}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$, que atua como uma “tampa” nos túbulos dentinários que dão acesso ao interior sensível do dente, dificultando temporariamente a chegada de fluidos nas pequenas passagens do dente que dão acesso à polpa.

A imagem 7 (Tabela 3) representa um implante dentário constituído por titânio. Uma das principais características deste metal, que o torna apto para implantes dentários e para a reabilitação de fraturas em outras partes do corpo, é a facilidade de se ligar ao osso humano por meio de um processo conhecido na medicina como osteointegração. Ele é leve, altamente resistente à corrosão, possui elevada resistência mecânica e é antialérgico.

A imagem 8 (Tabela 3) é a de um complemento dietético cujo principal componente é o picolinato de cromo(III), $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2)_3$. Esse composto é utilizado para

fins de emagrecimento por auxiliar na redução do apetite, principalmente de massas e doces, além de ajudar no controle da glicose.

A imagem 9 (Tabela 3) é a de uma panela de ferro, utensílio utilizado para o preparo de alimentos. De acordo com o saber popular, a utilização diária de panelas de ferro para o preparo de alimentos contribui para o tratamento e prevenção da anemia. Segundo nutricionistas, a quantidade de ferro em 100 g de molho de tomate cozido em travessa de vidro é de 3 mg e aumenta para 87 mg quando cozido em panela de ferro, indo de encontro ao saber popular. Além disso, quanto mais ácido o alimento, maior será a quantidade de ferro liberada da panela. A maior concentração de ferro no molho quando se utiliza panela de ferro se deve ao fato do ferro metálico ser oxidado a ferro(II) durante o processo de cozimento.

A imagem 10 (Tabela 3) representa uma vela de ignição automotiva cuja função é conduzir a corrente elétrica gerada no transformador até a câmara de combustão e transformá-la em centelha elétrica de alta tensão, o que acarreta na queima da mistura ar/combustível. A vela de ignição mostrada na imagem 10, cuja extremidade encontra-se ampliada na Figura 1, possui platina nos eletrodos central e lateral. A platina é um metal nobre que possui alta resistência ao desgaste e alto ponto de fusão. Por esse motivo, possibilita a fabricação de eletrodos com diâmetro reduzido, quase como uma agulha, melhorando muito a ignibilidade e durabilidade das velas. As velas de platina possuem eletrodo central de 0,7 mm a 1,1 mm de diâmetro, enquanto que as comuns possuem eletrodo central com 2,5 mm de diâmetro em média. As velas de alta ignibilidade, como as de platina, são aplicadas em motores modernos e possibilitam as seguintes vantagens: acelerações e retomadas mais rápidas; maior economia de combustível; maior estabilidade de marcha lenta; redução na emissão de poluentes; partidas mais fáceis, mesmo em dias frios; queima de misturas ar/combustível mais pobres; menor índice de falhas de ignição; menor carbonização; maior durabilidade da vela e redução na voltagem requerida para produzir a centelha. Embora a quantidade de platina na vela seja baixa e ela apresenta outros metais em sua composição, espera-se que o aluno responsável por descrever esta imagem relacione a presença de platina com o rótulo mostrado na imagem 10 (LASER PLATINUM PREMIUM).

Figura 1 - Vela de ignição automotiva com eletrodo de platina.



Fonte: Imagem adaptada do site <https://ngntraders.co.nz/products/plfr6a-11-ngk-platinum-spark-plug-set-of-4-7654>

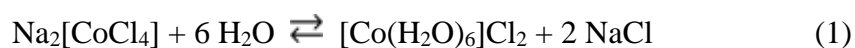
A imagem 11 (Tabela 3) é a de uma lâmpada incandescente cujo filamento é constituído pelo tungstênio. O tungstênio é o metal mais apropriado para ser utilizado como filamento pois apresenta elevado ponto de ebulição (5657°C), baixa pressão de vapor e elevada resistência à tensão em temperaturas acima de 1650°C . Neste tipo de lâmpada, a corrente elétrica que passa pelo filamento resulta no seu aquecimento e consequente produção de luz visível, processo conhecido como incandescência. A oxidação do metal é evitada pelo vácuo ou pela presença de gás inerte dentro do bulbo onde está o filamento. Uma lâmpada incandescente converte apenas 10% da eletricidade em luz, sendo que os outros 90% são desperdiçados sob a forma de calor e radiação infravermelha. Devido a este desperdício de energia, em 2012, iniciou-se no Brasil uma substituição gradativa das lâmpadas incandescentes por lâmpadas mais econômicas, como as fluorescentes e as de LED, com o intuito de atender à Portaria Interministerial nº 1.007, de 31 dezembro de 2010, que estabelece níveis máximos de consumo específico de energia de máquinas e aparelhos fabricados ou comercializados no Brasil. Assim, em 2012 foi proibida a venda de lâmpadas incandescentes com potência maior do que 150 W; em 2013 foram eliminadas do mercado as lâmpadas com potência entre 60 e 100 W ; em 2014, foi proibida a venda das lâmpadas de 40 a 60 W; em 2016 foram proibidas a produção e a importação de lâmpadas incandescentes de 25 W a 40 W e, a partir de 2017, deu-se início a fiscalização no varejo.

A imagem 12 (Tabela 3) apresenta latas utilizadas para acondicionar bebidas como refrigerantes, sucos e cervejas. Elas são constituídas principalmente pelo alumínio, mas também podem apresentar outros metais em sua composição (magnésio, manganês,

ferro e cobre) em percentagens que não ultrapassam 2%. O alumínio apresenta baixa toxicidade, é resistente e maleável, apresenta densidade bastante inferior à do vidro e é capaz de manter o sabor das bebidas inalterado. Além disso, o alumínio confere duas propriedades interessantes para as latas: (1) por ser inquebrável ele é considerado um material seguro para o consumidor e (2) por apresentar uma condutividade térmica relativamente alta, ele resfria mais rapidamente do que outros materiais, resultando em uma economia de energia. Outra propriedade interessante do alumínio é que ele é total e infinitamente reciclável.

A imagem 13 (Tabela 3) apresenta um tacho de cobre, bastante utilizado na produção de doces principalmente no estado de Minas Gerais, onde há, além de indústrias, restaurantes e outros estabelecimentos comerciais, pessoas que fabricam doces de frutas artesanalmente seguindo tradições seculares. Em 2007, a Vigilância Sanitária Estadual de Minas, baseada na resolução RDC nº 20, de 22 de março de 2007 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), proibiu o uso de utensílios de cobre na produção alimentícia pois, segundo a Anvisa, a absorção excessiva do cobre pode provocar distúrbios neurológicos e psiquiátricos, danos ao fígado, rins, sistema nervoso e ossos, além de perda de glóbulos vermelhos. De acordo com a resolução, os utensílios de cobre para o preparo de alimentos podem ser utilizados se revestidos integralmente por uma película de ouro, prata, níquel ou estanho puros.

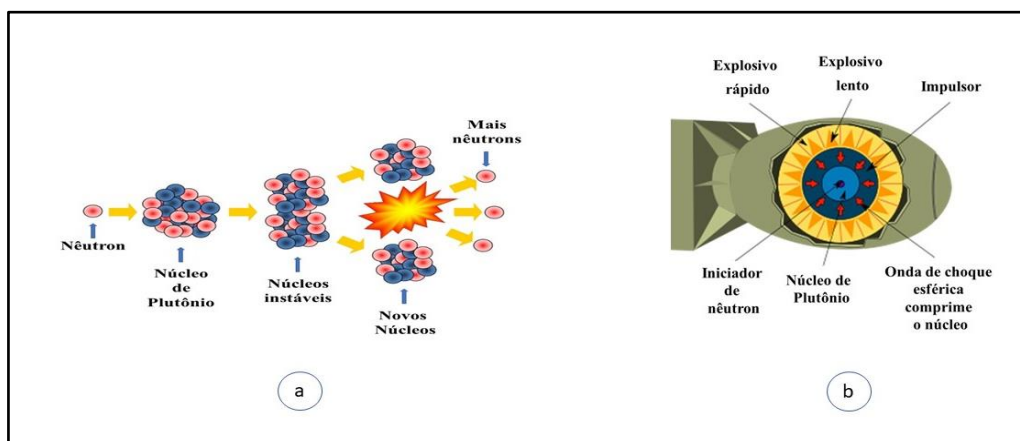
A imagem 14 (Tabela 3) mostra um galinho do tempo, um souvenir típico de Portugal, capaz de indicar as mudanças climáticas. O galinho é feito de gesso coberto com veludo impregnado de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cobalto II (CoCl₂). Embora tenha-se a presença de dois elementos metálicos, é o cobalto, na forma de Co²⁺, que é responsável pela mudança de cor, atuando como um indicador de umidade do ar. A mistura constituída por NaCl e CoCl₂ origina o sal Na₂[CoCl₄], que participa do equilíbrio indicado na equação 1. Quando o tempo está seco, devido à baixa umidade do ar, a reação inversa é favorecida, fazendo com que o sal Na₂[CoCl₄], de coloração azul, seja a espécie predominante. Já quando o ar está úmido, é favorecida a reação direta e, portanto, a formação da espécie [Co(H₂O)₆]Cl₂, de coloração rosa.



A imagem 15 é do antiácido Aziol®, constituído pelo hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$). Os antiácidos são substâncias básicas que atuam neutralizando o ácido secretado pelas células do estômago elevando o pH de 2,0 para 3,5-5,0. São utilizados principalmente em tratamentos de episódios curtos de hiperacidez e no tratamento em longo prazo de úlceras e refluxos, como adjuvantes da terapia. O $\text{Al}(\text{OH})_3$ é considerado um antiácido não sistêmico por reagir no local com o ácido clorídrico (HCl) do estômago e por não ter a sua parte catiônica (Al^{3+}) absorvida pelo organismo.

A imagem 16 (Tabela 3) é a de uma bomba atômica ou nuclear de plutônio. As bombas nucleares são armas explosivas cuja a energia deriva de uma reação nuclear e tem um alto poder destrutivo. O poder explosivo de 1 kg de plutônio é equivalente a cerca de 20.000 toneladas de explosivo químico. A bomba de plutônio é de fissão nuclear (Figura 2a). Neste caso, o átomo de plutônio 239 (Pu-239) é bombardeado por nêutrons o que acarreta em sua desintegração a elementos mais leves. Na bomba atômica (Figura 2b), o plutônio é montado na forma de uma esfera oca no interior da qual se coloca uma fonte de nêutrons (o iniciador da reação em cadeia). A esfera de plutônio é envolvida por outra esfera oca de berílio, que é um bom refletor de nêutrons. O refletor é coberto por cargas de explosivo comum (trinitrotolueno, TNT) dispostas simetricamente, que podem ser acionadas por detonadores alimentados por uma corrente elétrica. O TNT é disposto de forma que a sua detonação dirija a força explosiva para o centro, esmagando a esfera de plutônio e desencadeando a reação em cadeia.

Figura 2 - Imagens ilustrativas de: (a) uma fissão nuclear e (b) uma bomba atômica de plutônio.



Fonte: Imagem (a) de autoria de Mr. P. R. Collins adaptada do site <https://bing.com/images/search?view=detailV2&id=BC54160745FD5E50764F97F04348BCBBF0F96D4A&thid=OIP.PXPxsC4fnlpm7YGH3SyzYAHaFj&exp=479&expw=638&q=plutonium> e imagem (b) adaptada do site <http://data.abuledu.org/wp/?LOM=2739>

A imagem 17 (Tabela 3) é a de uma usina nuclear. O urânio é o elemento metálico utilizado como combustível nessas usinas, o qual é encontrado em rochas sedimentares da crosta terrestre. O conjunto de processos industriais que transformam o minério de urânio no combustível que gera energia nos reatores nucleares recebe o nome de ciclo do combustível nuclear. Esse ciclo pode ser dividido em sete etapas, as quais são representadas na Figura 3.

A primeira etapa do ciclo do combustível nuclear consiste na mineração e beneficiamento (Figura 3). Nesta etapa, a rocha contendo o minério de urânio é retirada do solo, triturada e submetida a um processo químico que separa o urânio de outros materiais a ele associados, resultando em um concentrado de urânio denominado de *yellowcake*, constituído por octóxido de urânio (U_3O_8). Na segunda etapa (Figura 3), o *yellowcake* é dissolvido, purificado e convertido a hexafluoreto de urânio (UF_6) no estado gasoso. Após isso, ocorre a terceira etapa (Figura 3) que consiste no enriquecimento do urânio ainda no estado gasoso, ou seja, o urânio é concentrado para que possa ser utilizado como combustível.

Figura 3 - Ciclo do combustível nuclear.



Fonte: Adaptado do site <http://inb.gov.br/Nossas-Atividades/Ciclo-do-combustivel-nuclear>

O enriquecimento do urânio visa a separação isotópica do U-235 (mais interessante para a fissão com nêutrons) em uma razão maior do que aquela em que ele é

encontrado na natureza (0,7%). Dentre os métodos de enriquecimento de urânio, podemos citar dois que são mais atraentes para a produção em escala industrial: a difusão gasosa e a ultracentrifugação. Na difusão gasosa, o UF_6 é comprimido através de membranas micro porosas associadas em série, de forma a se separar o U-238 do U-235. Na ultracentrifugação, a força centrífuga age sobre as partículas de UF_6 , concentrando o U-238 em uma região mais externa do que o U-235, porque o primeiro é mais pesado do que o segundo. Na quarta etapa (Figura 3), o gás é enriquecido e reconvertido a dióxido de urânio (UO_2) na forma de pó. Na quinta etapa (Figura 3) são fabricadas pastilhas com cerca de 1 cm de diâmetro com o UO_2 na forma de pó. Na sexta etapa (Figura 3), as pequenas pastilhas de urânio enriquecido são colocadas dentro de varetas de uma liga de aço especial chamada zircaloy. O zircaloy é um material muito usado na indústria nuclear devido às boas propriedades mecânicas, excelente resistência à corrosão e alta permeabilidade a nêutrons. A liga zircaloy-4, por exemplo, é constituída por estanho (Sn), ferro (Fe) e cromo (Cr). As varetas de zircaloy contendo as pastilhas de urânio enriquecido são então organizadas em feixes, sendo que a estrutura é mantida rígida por reticulados chamados grades espaçadoras. Essa estrutura consiste no combustível nuclear. Na sétima e última etapa (Figura 3) se dá a geração de energia por meio da fissão dos átomos de urânio contidos no combustível nuclear dentro do núcleo do reator, um processo semelhante ao que ocorre na bomba nuclear de plutônio (Figura 2). O processo de fissão gera calor que promove o aquecimento da água, transformando-a em vapor que faz movimentar as turbinas.

A imagem 19 (Tabela 3) é a de uma bateria automotiva. Trata-se de uma bateria ou acumulador chumbo-ácido. Estas baterias são usadas para a alimentação dos motores, iluminação de veículos, fornecimento de energia para sistemas auxiliares, por exemplo, aparelhos de som, ar condicionado, computador de bordo, entre outros. Essas baterias apresentam a característica pouco usual de possuir em ambos os eletrodos, cátodo e ânodo, o mesmo elemento químico metálico: o chumbo. No cátodo, dióxido de chumbo (PbO_2) reage com ácido sulfúrico (H_2SO_4) durante o processo de descarga, produzindo sulfato de chumbo ($PbSO_4$) e água (H_2O), de acordo com a equação 2. No ânodo, chumbo (Pb) reage com íons sulfato (SO_4^{2-}) formando sulfato de chumbo ($PbSO_4$), de acordo com a equação 3. Somando as duas semi-reações apresentadas nas equações 2 e 3, temos a reação global apresentada na equação 4. No processo de carga, $PbSO_4$ é reconvertido a

Pb no anodo e a PbO₂ no catodo. Na Figura 4 são apresentadas as partes que constituem uma bateria de carro automotiva.

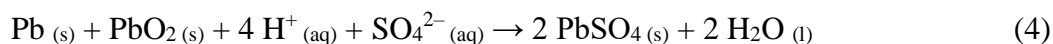
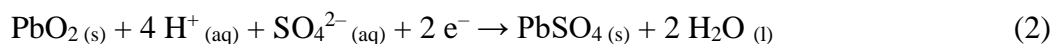
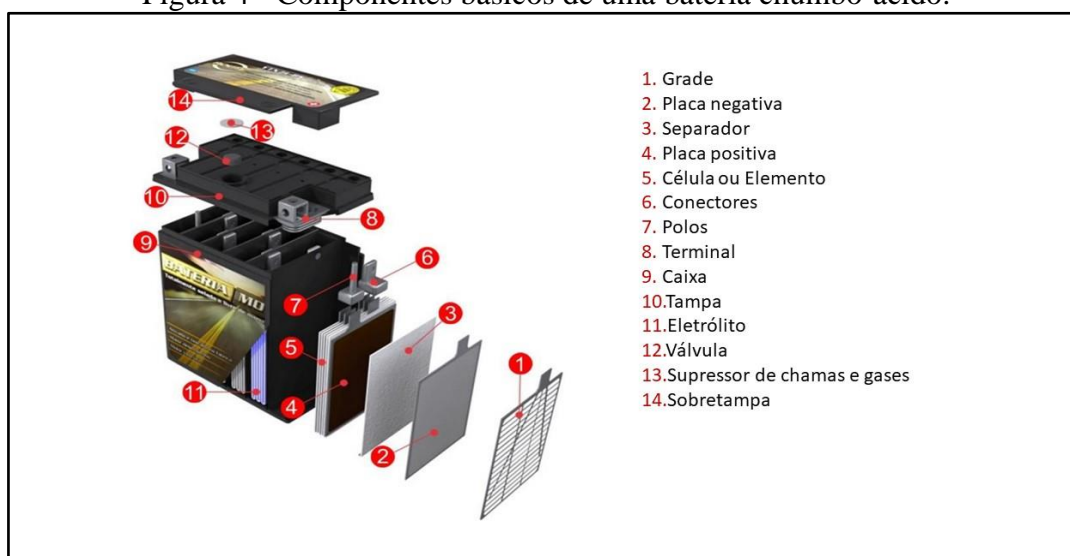


Figura 4 - Componentes básicos de uma bateria chumbo-ácido.

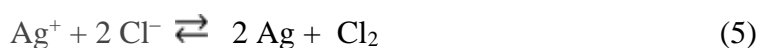


Fonte: Carneiro, *et al.* (2017)

A imagem 20 (Tabela 3) é a de uma lente de máquina fotográfica que contém lantânio na sua composição, na forma de óxido de lantânio (La₂O₃). Este óxido é usado na produção de vidros ópticos especiais por possibilitar o aumento de suas resistências. Além disso, os vidros contendo La₂O₃ possuem elevado índice de refração e baixa dispersão, o que faz com que sejam usados em lentes ópticas para máquinas fotográficas e telescópios.

A imagem 21 (Tabela 3) é a de óculos que contêm lentes fotossensíveis ou fotocromáticas, ou seja, lentes que escurecem na presença dos raios ultravioletas (UV) emitidos pelo sol e que clareiam quando estão em ambientes fechados. Os vidros fotocromáticos possuem cristais de cloreto de prata (AgCl) aprisionados nos tetraedros de sílica e uma pequena quantidade de íon cobre I (Cu⁺), provavelmente na forma do sal solúvel cloreto de cobre (CuCl). Quando não há radiação UV incidente sobre a lente, a

prata encontra-se como Ag^+ e, portanto, a lente encontra-se clara. Quando radiação UV incide sobre a lente, Ag^+ reage com Cl^- , por meio de uma reação de oxirredução (equação 5), formando prata metálica (Ag) que confere coloração escura à lente. O Cu^+ tem o papel de reduzir o Cl_2 a Cl^- , de acordo com a equação 6. Quando a pessoa entra em um ambiente fechado, sem a radiação do sol, os íons cobre II (Cu^{2+}) reagem com a prata metálica, responsável pelo escurecimento da lente, oxidando-a a Ag^+ , de acordo com a equação 7, tornando a lente clara novamente.



A imagem 22 (Tabela 3) é a de alianças de ouro (Au). O ouro é um metal brilhante, amarelo, pesado, dúctil e que não reage com a maioria dos produtos químicos. O ouro puro é demasiadamente mole para ser usado. Por essa razão, geralmente é endurecido formando liga metálica com prata e cobre. O ouro e as suas diversas ligas metálicas são muito empregados em joalherias, fabricação de moedas e como padrão monetário em muitos países. Devido à sua boa condutividade elétrica, resistência à corrosão e uma boa combinação de propriedades físicas e químicas, apresenta diversas aplicações industriais. A pureza do ouro é medida em quilate que é a razão entre a massa de ouro presente e a massa total da peça, multiplicada por 24. Assim, o ouro 100% puro é o ouro 24 quilates (24 K). O ouro 18 K é o padrão de liga usado aqui no Brasil, possui 18 partes de ouro puro e 6 partes de outras ligas metálicas, ou seja, a pureza da liga em relação ao ouro é de 75%.

A imagem 23 (Tabela 3) é a de lâmpadas fluorescentes que contêm mercúrio. Este tipo de lâmpada é constituído por um tubo de vidro recoberto com material à base de fósforo. O tubo é preenchido com gás inerte (geralmente o argônio) à baixa pressão (0,003 atm) e um gás não inerte (vapor de mercúrio). Nos extremos das lâmpadas, há os eletrodos feitos de tungstênio ou aço inox. Quando a lâmpada é ligada, uma corrente elétrica aquece os cátodos que são recobertos com um material emissivo especial, os quais emitem elétrons. Os elétrons passam de um eletrodo para outro, criando uma corrente elétrica. O fluxo de elétrons entre os eletrodos ioniza os gases de enchimento, o que cria um fluxo de corrente entre os eletrodos. Os elétrons por sua vez colidem com os átomos

do vapor de mercúrio excitando-os, causando assim a emissão de radiação ultravioleta (UV). Quando os raios ultravioletas atingem a camada fosforosa que reveste a parede do tubo, ocorre a fluorescência, emitindo radiação eletromagnética na região do visível. Segundo a Agência Internacional de Energia (International Energy Agency, IEA), o fator mais influente apresentado sobre a eficácia da luminosidade é a qualidade do pó de fósforo. A vantagem das lâmpadas fluorescentes em relação às incandescentes é que as primeiras têm maior durabilidade e gastam cerca de 80% menos de energia do que às últimas. Uma desvantagem das lâmpadas fluorescentes são os impactos ambientais associados à presença do mercúrio, uma vez que ele é um poluente tóxico, persistente e bioacumulativo. Considerando que as lâmpadas fluorescentes são 99% recicláveis, a reciclagem é o processo mais eficaz para a minimização dos impactos ambientais causados por estas lâmpadas. No entanto, para que essa reciclagem possa acontecer em larga escala, deve-se utilizar um sistema de logística reversa, visando recapturar o valor dos materiais e oferecer um destino ecologicamente correto.

A imagem 24 (Tabela 3) é a de solda de estanho utilizada no processo de soldagem, o qual visa a união localizada de materiais, similares ou não, de forma permanente, baseada na ação de forças em escala atômica semelhantes às existentes no interior do material. As soldas são constituídas principalmente por estanho e chumbo em diferentes proporções (70/30, 60/40, 50/50 e 40/60) e por pequenas quantidades de outros elementos como o antimônio, a prata e o bismuto. As soldas de estanho são largamente utilizadas para soldagem principalmente na eletro-eletrônica e na hidráulica. Essas soldas apresentam baixo ponto de fusão e podem ser empregadas com ferros de soldar de baixa potência ou maçaricos de gás liquefeito de petróleo (GLP). Na eletro-eletrônica, são mais usadas as soldas em forma de fios com a liga 60/40 ou a 63/37, com aplicações na soldagem de componentes em placas de circuito impresso, de terminais e conectores em cabos elétricos, etc. Nas instalações hidráulicas normalmente é usada a liga 50/50, sob forma de fios, fitas ou barras, para a soldagem de tubulações de cobre.

A imagem 25 (Tabela 3) é de uma pomada com ação antisséptica, antipruriginosa, suavemente analgésica e cicatrizante, que pode ser usada para prevenir e tratar feridas, frieiras, escaras ou picadas de inseto. Ela tem como princípios ativos: o óxido de zinco (ZnO), o cloreto de benzalcônio e a cânfora. O ZnO impede a proliferação de microrganismos na pele machucada, além de apresentar ação adstringente, sendo seu uso

muito adequado em casos de acne, espinhas e furúnculos, devido à sua ação antisséptica. O ZnO também é capaz de promover a redução da vermelhidão cutânea.

A imagem 26 (Tabela 3) é de alianças que contém paládio (Pd) em sua composição. O paládio tem sido usado em joias desde 1939, como uma alternativa à platina ou ouro branco. Antes de 2004, o principal uso do paládio em joias se concentrou na fabricação de ouro branco mas, a partir de 2004, quando os preços do ouro e da platina começaram a subir vertiginosamente, joalheiros chineses começaram a fabricar grande quantidade de joias de paládio, as quais eram atrativas ao público por sua beleza, durabilidade e devido ao seu acabamento brilhante que permanece após anos. O paládio apresenta propriedades similares à platina: é um metal raro, hipoalergênico, de coloração branca, naturalmente brilhante, durável, maleável e puro. Dentre as diferenças entre os dois metais podemos ressaltar o fato de o paládio ser 12,6% mais duro e cerca de 40% menos denso do que a platina.

Após todos os alunos apresentarem suas imagens, o professor deve lançar o seguinte questionamento para a turma: O que os objetos/produtos das imagens têm em comum? Neste momento recomenda-se que o professor atue como mediador de uma discussão entre os alunos e, caso necessário, direcione a resposta para a esperada: todos os objetos/produtos das imagens possuem elementos metálicos em sua composição. Em seguida, deve ser entregue a cada aluno a metade da folha que contém o nome e o símbolo do elemento químico metálico presente na composição do objeto/produto, solicitando a eles que mostrem novamente para a turma a imagem com o nome e símbolo do principal elemento metálico que o constitui. Nesse momento é importante o professor enfatizar a diversidade de objetos e produtos do cotidiano que apresentam elementos metálicos em sua composição e resgatar na discussão, as respostas apresentadas pelos alunos na descrição dos objetos/produtos. Esta atividade permite ao professor abordar o conceito de metal e de NOX e a despertar no aluno o interesse pela química dos elementos metálicos para posteriormente realizar uma aula sobre tabela periódica. Nesta atividade, recomendamos que a avaliação da aprendizagem seja realizada considerando a participação dos alunos nas aulas, por meio de questionamentos e respostas às perguntas realizadas pelo professor, bem como pela participação nas discussões.

FONTES DAS IMAGENS

Imagem 1 (Tabela 3): <https://savegnago.vteximg.com.br/arquivos/ids/264225-1000-1000/figura-1frente.jpg?v=636131651587600000>. Acesso em 05 set. 2019.

Imagem 2 (Tabela 3):
https://static.carrefour.com.br/medias/sys_master/images/images/hbc/h0b/h00/h00/11888253632542.jpg. Acesso em 05 set. 2019.

Imagem 3 (Tabela 3): <https://abrilsuperinteressante.files.wordpress.com/2018/07/cesio-1.png?w=1024&h=600>. Acesso em 05 set. 2019.

Imagem 4 (Tabela 3): <http://siriusorganicos.com.br/wp-content/uploads/2018/03/espinafre-500x500-1.jpg>, Acesso em 05 set. 2019.

Imagem 5 (Tabela 3): https://www.mdig.com.br/imagens/ciencia/esqueleto_humano.jpg

Imagem 6 (Tabela 3): <https://cdn-bifarma3.stoom.com.br/fotos/x42051.jpg.pagespeed.ic.oIohPvh32-.webp>. Acesso em 05 set. 2019.

Imagem 7 (Tabela 3): <http://www.drcouto.com.br/wp-content/uploads/2016/07/implantes-dentarios.jpg>. Acesso em 05 set. 2019.

Imagem 8 (Tabela 3): <https://sundownvitaminas.com.br/loja/wp-content/uploads/2018/11/Picolinato-de-Cromo-c90.png> . Acesso em 06 set. 2019.

Imagem 9 (Tabela 3): https://images-americanas.b2w.io/produtos/01/00/sku/28470/7/28470739_1GG.jpg. Acesso em 06 set. 2019.

Imagem 10 (Tabela 3): https://japansparkplugs.com/boutique/3439-thickbox_default/1x-lkr8ap.jpg?fbclid=IwAR2aNv82YX_2Amd5Qq5W9mzzdlVVXfcrOr_sIBZ2PL_tExMvaGVQHKh_xEg. Acesso em 06 set. 2019.

Imagem 11 (Tabela 3): <http://www.abilumi.org.br/wp-content/uploads/2017/02/abilumi-fim-de-lampada-incandescente.jpg?fbclid=IwAR2yhZrMYv1GyR8cdjAPrW4i7xktX03P8WZ4vnHm1Xuy4-Y-3BXXgZrEyEo>. Acesso em 06 set. 2019.

Imagem 12 (Tabela 3):
<https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/7b2667a52997f4fff51a922e83528b15.jpg>. Acesso em 12 set. 2019

Imagem 13 (Tabela 3): https://http2.mlstatic.com/tacho-de-cobre-8-litros-temos-maiores-D_NQ_NP_336311-MLB20547377382_012016-F.webp. Acesso em 12 set. 2019.

Imagem 14 (Tabela 3): <https://abrilvejas.files.wordpress.com/2017/05/galinho-do-tempo.jpg?quality=70&strip=info&w=650&h=371>. Acesso em 12 set. 2019.

Imagem 15 (Tabela 3): <https://cdn-bifarma3.stoom.com.br/fotos/x374934.jpg.pagespeed.ic.rgC1JJHYOf.webp>. Acesso em 12 set. 2019.

Imagem 16 (Tabela 3):
https://pt.wikipedia.org/wiki/Fat_Man#/media/Ficheiro:Fat_man.jpg. Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 17 (Tabela 3):
https://ichef.bbci.co.uk/news/660/cpsprodpb/A25E/production/_107466514_angra1_angra2_foto.jpg. Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 18 (Tabela 3): <https://cdn-statics.engenhariae.com.br/wp-content/uploads/2017/03/moedas-10-centavos-compressed-696x464.jpg>. Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 19 (Tabela 3):
<https://static.mundoeducacao.bol.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo/images/bateria-de-chumbo-acido.jpg>. Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 20 (Tabela 3):
<http://www.quimlab.com.br/guidadoselementos/lantanio/lantanio93.jpg>. Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 21 (Tabela 3): <https://alessandrafaria.com/2014/10/5-dicas-para-escolher-seus-oculos-com-lentes-transitions/lentes-transitions-escolha-de-oculos/> Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 22 (Tabela 3): https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-904819285-alianca-ouro-18k-4-gramas-6mm-brilhantes-unidade-_JM. Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 23 (Tabela 3): <https://recilux.wordpress.com/2015/02/19/por-que-o-mercurio-presente-nas-lampadas-fluorescentes-e-tao-perigoso/> Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 24 (Tabela 3): <https://www.filipeflop.com/produto/rolo-de-solda-estanho-fio-08mm-500g/> Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 25 (Tabela 3): <https://www.tuasaude.com/minancora/> Acesso em 13 set. 2019.

Imagem 26 (Tabela 3): <http://www.paladiosimara.com.br/> Acesso em 13 set. 2019.

BIBLIOGRAFIA

BACILA, Danniele Miranda; FISCHER, Klaus; KOLICHESKI, Mônica Beatriz. Estudo sobre reciclagem de lâmpadas fluorescentes. **Eng Sanit Ambient.** Edição Especial, 2014, p. 21-30. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/esa/v19nspe/1413-4152-esa-19-spe-0021.pdf?fbclid=IwAR34oaxw1yYc-NWN19CBBxj_UMnmildTq_Cx4fepdPBVQghVRoC_nb5f9Os. Acesso em 13 set. 2019

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, da Ciência e Tecnologia, Indústria e Comércio Exterior. **Portaria Interministerial n. 1007, de 31 de dez, 2010.** Dispõe sobre aprovação da Regulamentação Específica de Lâmpadas Incandescentes. Disponível em http://www.mme.gov.br/documents/10584/904396/Portaria_interministerial+1007+de+31-12-2010+Publicado+no+DOU+de+06-01-2011/d94edaad-5e85-45de-b002-f3ebe91d51d1?version=1.1. Acesso em: 13 set. 2019.

CARNEIRO, Rafael Luiz; MOLINA, João Henrique A.; ANTONIASSI, Beatriz; MAGDALENA, Aroldo Geraldo.; PINTO, Edilson M. Aspectos essenciais das Baterias Chumbo-Ácido e Princípios Físico-Químicos e Termodinâmicos do seu Funcionamento. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 3. P. 899-911, jun. 2017. Disponível em: http://rvq.s bq.org.br/imagebank/pdf/v9n3a06.pdf?fbclid=IwAR2w_tXsPX6_BaYrHGF D62TeqOZD0zbXAXspOZISnOw9Dw9GQbCCLGDEaNY. Acesso em 20 set. 2019.

CESTARI, William; MARTINS, Carlos Humberto. Política Nacional de resíduos sólidos e logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo: estudo de caso. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 11, n. 1, jan-mar/2016, p. 29-44.

DURÃO JÚNIOR, Walter Alves; WINDMÖLLER, Cláudia Carvalhinho. A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes. **Química Nova na Escola**, n. 28, mai. 2008. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/04-QS-4006.pdf?fbclid=IwAR07OsX8REj64Rz3joOKoB6t-ATSUVKhAj9IInn6YSCC0M4X2oMHMpQM>, Acesso em: 05 out. 2019.

MAFRA, Olga Y.; GUIMARÃES, Leonam dos Santos; ALVIM, Carlos Feu; EIDELMAN, Frida. Projeção das Energias Primárias na Geração de Eletricidade com Avaliação da Demanda e Oferta de Energia, em Horizonte de Médio Prazo (2020), Longo Prazo (2035) e Muito Longo Prazo (2060). **Revista Economia e Energia**, n. 89, p. 4 - 55, abr./jun. 2013. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://ecen.com/eee89/eee89p/eee89paraweb.pdf>. Acesso em: 05 out. 2019.

SILVA, Othon Luiz Pinheiro da; MARQUES, André Luis Ferreira. Enriquecimento de Urânio no Brasil: Desenvolvimento da tecnologia por ultracentrifugação. **Revista Economia e Energia**, n. 54, fev/marc. 2006. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: https://ecen.com/eee54/eee54p/eee54p_cores_web.pdf. Acesso em: 05 out. 2019.

https://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/nuclear/energia_nuclear_-_uranio.html?fbclid=IwAR0fI5QWACII3XVw4pTMZObngnqAfVVG0UpWAYMnh134qroqXA2aTta5h-CE. Acesso em 03 out. 2019.

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&id=BC54160745FD5E50764F97F04348BCBBF0F96D4A&thid=OIP.PXPxsC4fnlpm7YGH3SyzYAHaFj&exp=479&expw=638&q=plutonium%20fission%20reaction&selectedindex=9&ajaxhist=0&vt=0&eim=1,6&fbclid=IwAR3UqwX43LLEQjSytNOKpAj-h93fqjDi7A_bqbSnhwj-EJL45mMbJY-fWiE. Acesso em: 12 set. 2019.

<https://cabijoux.blogspot.com/p/paladio-o-novo-metal-branco.html?fbclid=IwAR0rXSLjR5mDfMkmnijfUuxgPN-X4ogKcI99kwtKKD6tC5sJtJUlKZ0cR08>. Acesso em 05 set. 2019.

http://chc.org.br/coluna/a-quimica-do-galinho-do-tempo/?fbclid=IwAR0kBIWFB-2X9sa41AOfcPdK3cqM1BItbPL1_mciQ-G1FeH8z9t95PtPRNk. Acesso em: 12 set. 2019.

http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0412200_08_cap_03.pdf?fbclid=IwAR06C4WOR59yFeFmgO60HVO860V-nSRc1s4DyVvaMtXcJ8k1AFxqoDsF6Zg. Acesso em: 12 set. 2019.

https://www.ecycle.com.br/3593-clorofila?fbclid=IwAR2fC9177J0FUZKnnPsQGLx7dsDGfdPnh68vhwZWfD7F7e1_ThmV65LfK7Q. Acesso em: 13 set. 2019.

<https://educalingo.com/pt/dic-pt/soldagem?fbclid=IwAR2P3ed9sL98CgmmZXR-Mu3lgeMLMmCqRbHq522gRnI7z66-0PBjx9JL3Ho>. Acesso em 05 set. 2019.

https://www.fisica.net/fisica-nuclear/como-se-faz-uma-bomba-atomica/?fbclid=IwAR0whTOSj4NK2BcTAlYUPiGYp_IdTrhZHpLEsyjUF3V3iBURaGL9hn_eCjc. Acesso em: 13 set. 2019.

https://www.gazetadopovo.com.br/haus/imoveis/agora-e-definitivo-voce-nao-pode-mais-comprar-lampadas-incandescentes/?fbclid=IwAR3Onfgnsfh2zSSjp2TUK-J5uyZbM3rzwngKayXJpDZ_SjrnX5HDX8GYxps. Acesso em: 13 set. 2019.

https://grupochernobyl.blogspot.com/2016/10/producao-de-energia-nuclear-como-fonte.html?fbclid=IwAR0dcfYQSQS9F-SGL5zaMvC0pcrvWmP_PlrRQtSEo7eG135PqrXvA8c80g. Acesso em: 13 set. 2019.

http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2010/08/proibicao-de-tachos-de-cobre-pode-mudar-doces-tradicionais-de-minas.html?fbclid=IwAR19I3RSJSNc4Bl_s0WklHbiLt_DLb78jAi7Nq7ibMl6gC0YYmOlGpm7G20. Acesso em: 19 set. 2019.

http://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades/Ciclo-do-combustivel-nuclear?fbclid=IwAR04JCg_XFaYGHKatOdpEvNDDzoUkpmIXIFL4DMtrDS44-YFS-ybgw_OwUM. Acesso em: 19 set. 2019.

<https://www.lelong.com.my/ngk-laser-platinum-spark-plug-proton-perdana-2-0-v6-bekind2-F1416344-2007-01-Sale-I.htm?fbclid=IwAR35AiV8yyCRDcvcFlrtvEQ6OxE9fISDSSp98QL1gzuEnQHs1roV4nDkwk>. Acesso em: 19 set. 2019.

http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed08/ed_08_aula.pdf?fbclid=IwAR1LgzLtgo04Fb1Wo6CfDYAmX2dgyLiYeMnkfWHzn0zQgk02gaYWrOhJutU. Acesso em: 19 set. 2019.

http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139097/Portaria_Interministerial_nx_1007_2010.pdf/d6e061ba-0d2f-41e1-9928-fb40cd7984d7?fbclid=IwAR2LBcomZCspKoliVd1zBwCyeL2LJKFJuCS6W5NFvzAg8q3KxswqLgOwqvo. Acesso em: 08 ago. 2019.

<http://www.mrcentelha.com.br/faq.html/?fbclid=IwAR1Ofq9n5rR0hm4J0iSDIkIEWxruMj8E6FIVrmmRs-mO9A9CsOWeJ4wn43Y>. Acesso em: 08 ago. 2019.

<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/tipos-clorofila.htm?fbclid=IwAR0Hb8ALh424E5SGvk4pcfMWQSYmrz-opQ2GZqyO6Y7zZNDzfrimNLsEtq0>. Acesso em: 08 ago. 2019.

www.ngkntk.com.br/automotivo/suporte-tecnico/perguntas-mais-frequentes/?fbclid=IwAR0_r-LLtaBtBzt2Kmt-ODyYlcljh57GdcDfZJj1elO0zhJmzZbHrLkjaMnk. Acesso em: 08 ago. 2019.

<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/panelas-de-ferro-antigas-aliadas-no-combate-a-anemia/16793>. Acesso em: 08 ago. 2019.

https://pt.wikipedia.org/wiki/Solda_de_estanho?fbclid=IwAR2yqn9E50rbXZSpjFP51JC Pa0x4fPsmXYexGR9hfb1MdS1mFmu3JeitvKo. Acesso em 05 set. 2019.

https://www.slideshare.net/sbishop2/p2-10-nuclearfissionandfusion?fbclid=IwAR1Of_VtUVevqlGXYYuDf_mFLHmPQeDGVbIX rEoRbLWR9EfKQNFFKca_cIs.

Acesso em: 08 ago. 2019.

<https://super.abril.com.br/comportamento/salario>. Acesso em: 08 ago. 2019.

<https://www.todamateria.com.br/esqueleto-humano/?fbclid=IwAR3e3ouQTKQm1nuSYo4l253ma67khIZjlvYuET8nKJ1Y211fcFH FZ9OMOS0>, Acesso em: 08 ago. 2019.

ATIVIDADE 2: COMO ESTÃO ORGANIZADOS OS ELEMENTOS QUÍMICOS NA TABELA PERIÓDICA?

O objetivo desta atividade é discutir a organização da tabela periódica em grupos e períodos, alguns parâmetros que caracterizam os elementos químicos e algumas propriedades periódicas, focando principalmente os elementos metálicos e dando um destaque especial para os metais presentes nos objetos/produtos da atividade 1.

Para a realização desta atividade 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 5. Esta foi pensada em um formato diferente do convencional, baseando-se em uma tabela apresentada por Theodore Gray no livro “Os elementos: uma exploração visual dos átomos conhecidos do universo”. Neste formato, em cada quadrado deve-se colocar somente o número atômico do elemento químico correspondente. As dimensões sugeridas para os quadrados são 5,5 cm x 5,5 cm. O banner em formato real pode ser obtido acessando o link: <https://photos.app.goo.gl/cszlxtceKWChjhtD6>.

Figura 5- Sugestão de banner a ser confeccionado para a realização da atividade 2.

TABELA PERIÓDICA

Prof. Sérgio de Oliveira Freitas
 Profa. Dra. Carla Regina Costa
 Prof. Dr. Pedro Ivo da Silva Maia

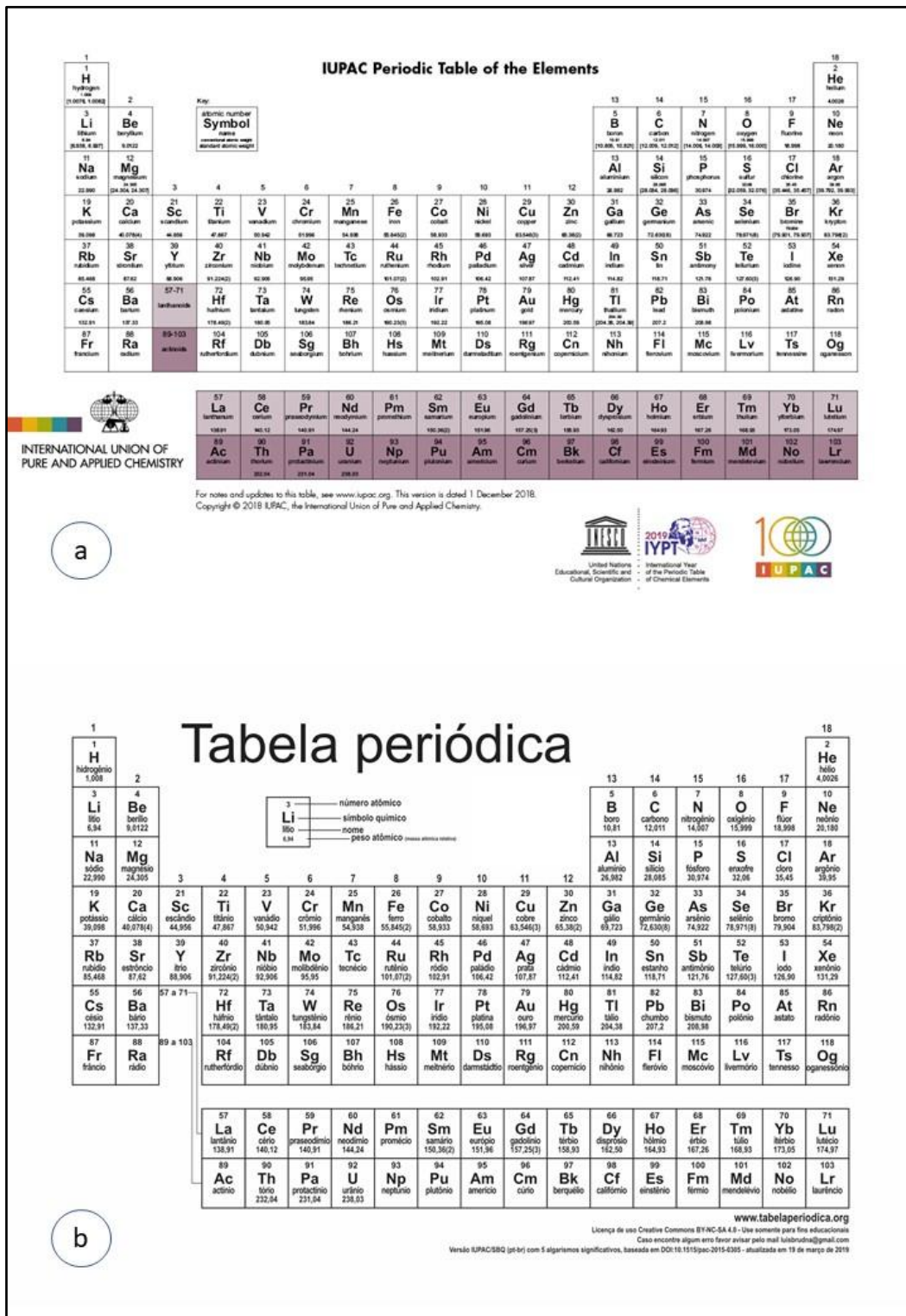
1	2											13	14	15	16	17	18																														
3	4											5	6	7	8	9	10																														
11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																														
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																														
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																														
55	56		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86																														
87	88		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118																														
<table border="1"> <tr> <td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td><td>70</td><td>71</td> </tr> <tr> <td>89</td><td>90</td><td>91</td><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>95</td><td>96</td><td>97</td><td>98</td><td>99</td><td>100</td><td>101</td><td>102</td><td>103</td> </tr> </table>																		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
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																																	

Fonte: Dos autores (2019).

A tabela periódica utilizada na confecção do banner da Figura 5 foi baseada na última versão disponibilizada pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (em inglês: *International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC), com data de atualização de 01 de dezembro de 2018, cujas versões em inglês e português são apresentadas na Figura 6. Embora estas tabelas não apresentem cores (apenas os lantanídeos e actinídeos foram destacados em diferentes tonalidades de cinza na versão em inglês), conferiu-se cor à tabela periódica apresentada na Figura 5, para torná-la mais atrativa para os alunos. Assim, na tabela periódica da Figura 5 temos: (1) os metais do bloco *s* destacados em verde; (2) os metais do bloco *d* em amarelo; (3) os metais do bloco *p* em vermelho; (4) os metais do bloco *f* em azul e (5) os elementos químicos não metálicos em cinza.

A atividade 2 foi elaborada para possibilitar a abordagem dos seguintes conceitos com os alunos: número atômico (*Z*), símbolo do elemento químico, número de massa (*A*), configuração eletrônica dos elementos químicos e a organização destes na tabela periódica (períodos, grupos e blocos), raio atômico e densidade. Recomenda-se que sejam confeccionados cubos com comprimento de aresta igual a 5,5 cm (mesmo tamanho das dimensões dos quadrados da tabela periódica da Figura 5) para cada elemento químico metálico abordado na atividade 1 e na mesma cor do quadrado correspondente a ele no banner da Figura 5, de tal forma que cada face do cubo apresente uma informação característica do elemento químico em questão, como apresentado no exemplo de molde da Figura 7. No Apêndice B são apresentados todos os moldes, no tamanho sugerido, para a confecção dos cubos dos elementos metálicos abordados na atividade 1. Recomendamos que o professor imprima os cubos planejados, recorte-os e leve-os montados para a realização da atividade em sala de aula.

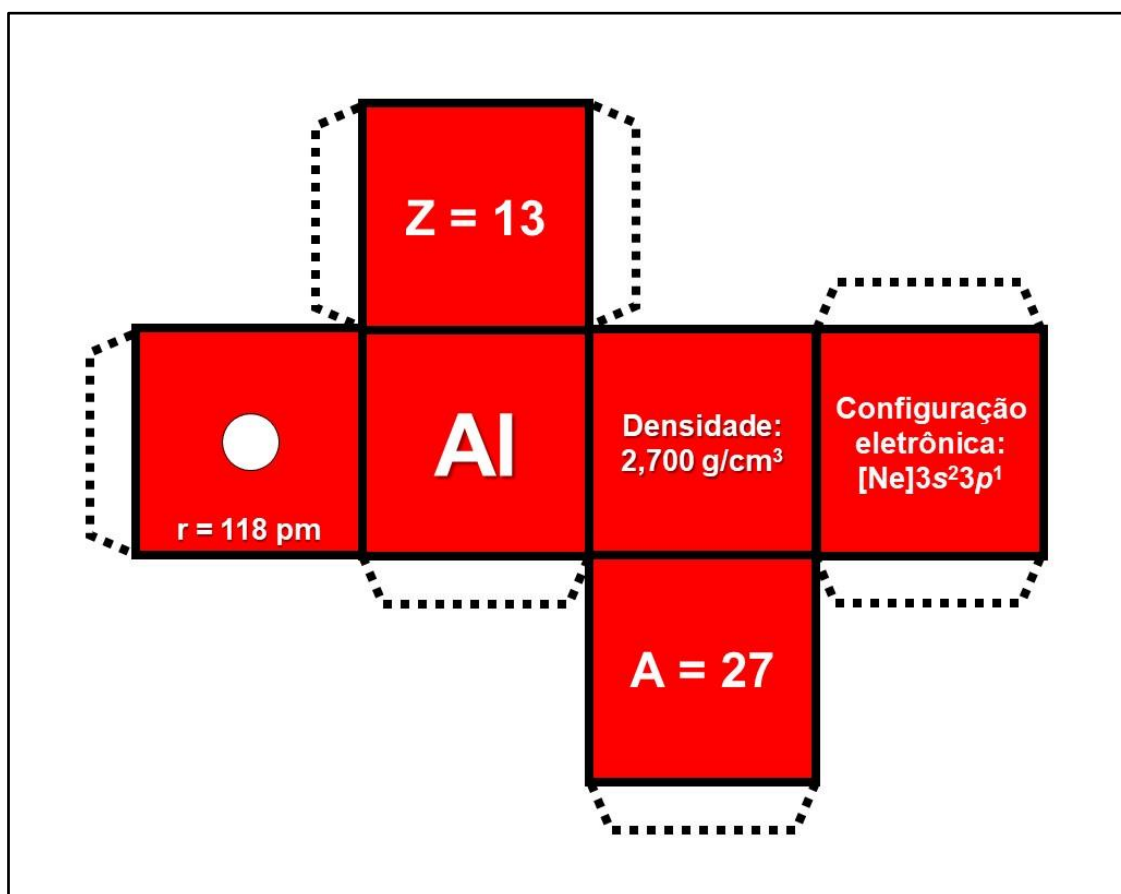
Figura 6: Última versão da tabela periódica disponibilizada pela IUPAC.



Fonte:

Imagem (a): versão em inglês disponível no site <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>
 Imagem (b) versão em português disponível no site <https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-atualizada-versao-ano-2019-completa-e-para-imprimir/>

Figura 7: Imagem ilustrativa do cubo planificado para o metal alumínio.

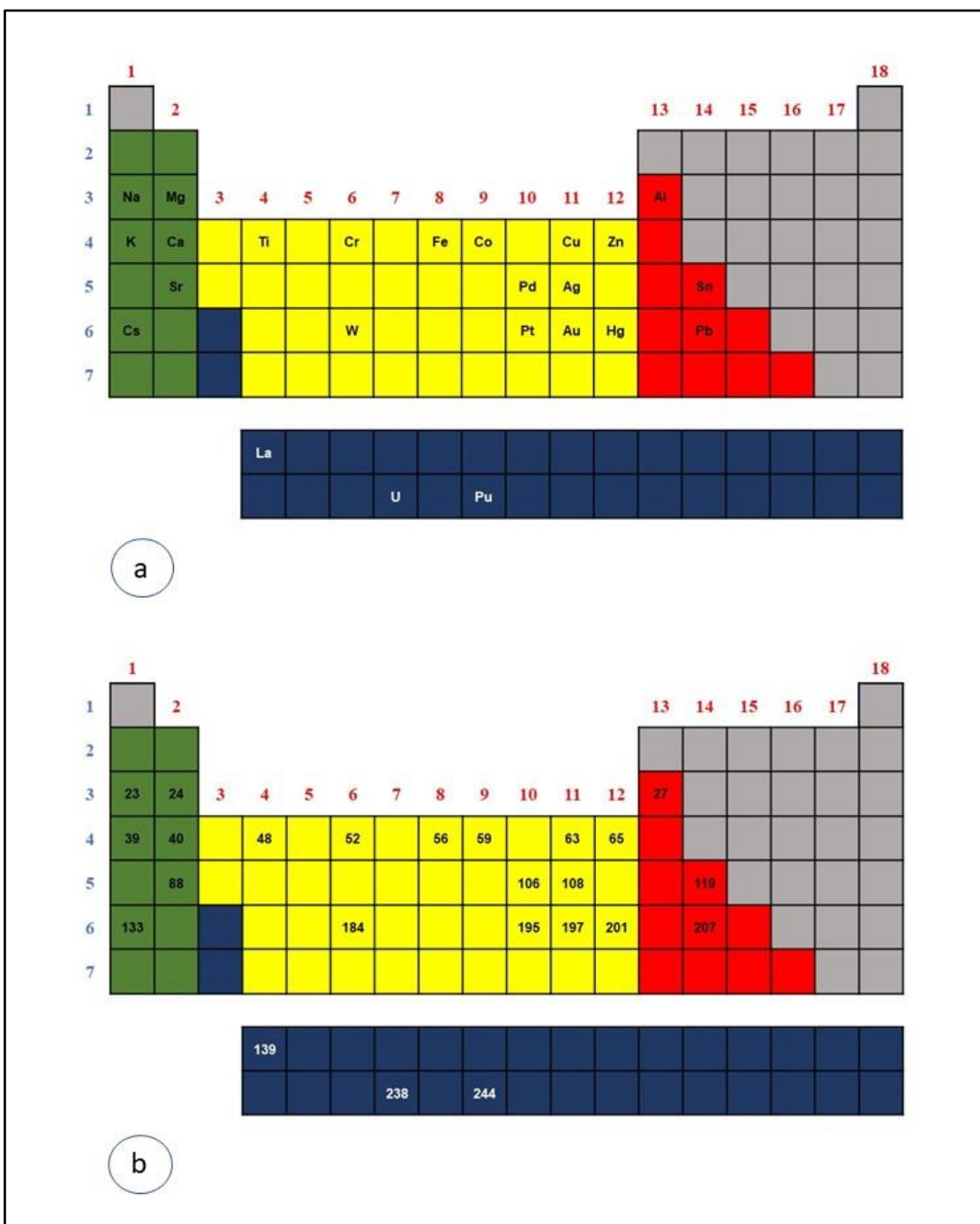


Fonte: Dos autores (2019).

Após apresentar o banner para a turma, sugerimos que o professor explique que os elementos da tabela periódica estão organizados em ordem crescente de número atômico ao longo de uma linha e tendo continuidade na linha seguinte. Deve-se fazer com que o aluno perceba que um determinado elemento químico apresenta Z igual ao do elemento que o antecede acrescido de 1, ou seja, os números atômicos formam uma progressão aritmética de fórmula $a_n = 1 + (n-1)$, sendo que n igual a Z . Neste momento pode-se explicar ao aluno a origem do símbolo Z atribuído ao número atômico, o qual deve-se à palavra alemã *Zahl* que significa “número” e que corresponde ao número de ordem dos elementos químicos na tabela periódica. É importante enfatizar também que o número atômico é o parâmetro que identifica o elemento químico, ou seja, cada elemento químico apresenta um único número atômico. Após essa explicação, recomendamos ao professor que coloque o banner em uma superfície plana (chão ou mesa) e entregue um cubo para cada aluno.

Com os cubos em mãos, os alunos devem localizar o elemento químico na tabela periódica da Figura 5 por meio da comparação dos valores de Z da tabela periódica com os valores de Z dos cubos e colocar o cubo com o símbolo do elemento químico voltado para cima, de tal forma que todos os alunos da turma possam visualizar os símbolos dos elementos. Após a localização dos elementos químicos metálicos na tabela periódica (Figura 8a), o professor pode explicar a origem do símbolo de cada um. Em seguida, ele pode solicitar que os alunos virem para cima a face do cubo em que se encontra o número de massa, A (Figura 8b). Neste momento, o professor pode apresentar aos alunos a definição de A, chamando a atenção para o fato de que ele será sempre maior do que Z para o mesmo elemento químico, uma vez que ele consiste na soma do Z com o número de nêutrons do átomo. Como Z, o símbolo A também deriva de uma palavra alemã: trata-se da palavra *Atomgewicht* que significa peso atômico. O professor também pode mostrar ao aluno que, de maneira geral, A aumenta ao longo de uma linha da tabela periódica, continuando a aumentar na linha seguinte, mas o aumento de A não é sistemático e não pode ser representado por uma equação matemática como é possível para Z. Também há casos de elementos químicos que apresentam o mesmo número de massa, como é o caso dos metais de transição cobalto (Co) e níquel (Ni) que apresentam número de massa igual a 59 e dos metais actinídeos cúrio (Cm) e berquélio (Bk), que apresentam número de massa igual a 247. Como já mencionado anteriormente, este comportamento, de dois elementos químicos apresentarem o mesmo valor de A, não é observado para Z, já que Z define a identidade do elemento químico. Caso seja de interesse do professor, neste momento ele também pode ensinar ao aluno a representação do elemento químico com número de massa e número atômico. Por exemplo, o elemento alumínio que possui A igual a 27 e Z igual a 13, pode ser representado como ${}_{13}^{27}\text{Al}$.

Figura 8: Representação da tabela periódica com os elementos químicos da atividade 1: (a) símbolos dos elementos químicos e (b) número de massa dos elementos químicos.



Fonte: Dos autores (2019).

Como pode ser observado na Figura 7, em outra face do cubo foi colocada a configuração eletrônica do elemento químico metálico escrita na forma abreviada, ou seja, combinando a notação de gás nobre com a notação *spdf* (Figura 7 e Apêndice B), sendo que os elétrons incluídos na notação de gás nobre são denominados de elétrons das

camadas internas do átomo (elétrons que ocupam os níveis de menor energia) e os demais elétrons são os elétrons das camadas mais externas (elétrons que ocupam níveis energéticos mais altos). São os elétrons das camadas externas que determinam as propriedades químicas de um elemento. É possível prever a configuração de elemento químico conhecendo a sua posição na tabela periódica.

Após o professor explicar o símbolo do elemento químico, o número atômico e o número de massa, ele pode solicitar aos alunos que virem o cubo com a face de distribuição eletrônica para cima e diga a eles que é possível prever a configuração eletrônica de um elemento químico conhecendo a sua posição na tabela periódica. Para isso é necessário explicar ao aluno o que as linhas e as colunas representam e a organização dos elementos químicos em blocos e grupos. Antes dessa explicação, é necessário apresentar aos alunos o diagrama de Pauling de distribuição eletrônica através dos subníveis de energia.

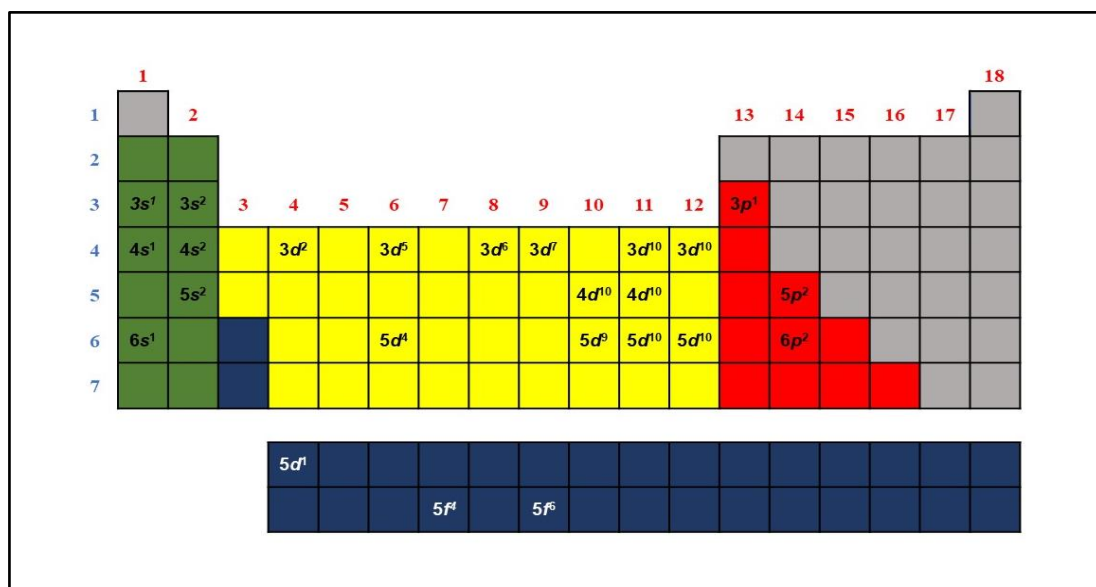
Os blocos de elementos químicos são designados pelas letras *s*, *p*, *d* e *f*, os quais indicam os subníveis eletrônicos e derivam, respectivamente, das palavras em inglês *sharp*, *principal*, *diffuse* e *fundamental*. Em um mesmo bloco, os elementos químicos apresentam configurações eletrônicas 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* e, no entanto, apresenta no subnível *d* (Figura 9).

Quando se explica a configuração eletrônica dos elementos químicos para os alunos do ensino médio, geralmente introduz-se o conceito de números quânticos. A compreensão de dois destes é importante para entender a configuração eletrônica do La. Os números quânticos 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 lantânio (La), precisamos compreender os números quânticos principal e secundário, os quais serão explicados a seguir.

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 são sete, portanto, *n* deve estar compreendido

entre 1 e 7. O número quântico secundário ou azimutal (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, 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 . De acordo com o diagrama de Pauling, a configuração eletrônica esperada para o lantânio seria $[\text{Xe}]6s^24f^1$, no entanto, a configuração encontrada é $[\text{Xe}]6s^25d^1$. Isso acontece porque a distribuição dos elétrons ocorre na sequência do subnível que apresenta menor energia para aquele que apresenta maior energia. No entanto, para os casos em que $n + 1$ apresentam o mesmo valor, como é o caso dos subníveis $4f$ ($n = 4, l = 3, n + 1 = 7$) e $5d$ ($n = 5, l = 2, n + 1 = 7$), o nível que deverá ser preenchido primeiro é o que possui maior valor de n . Isso explica porque a distribuição eletrônica do La é $[\text{Xe}]6s^25d^1$ (Figura 9).

Figura 9: Representação do subnível de maior energia preenchido para cada elemento químico da atividade 1 (os números em azul à esquerda indicam o período).



Fonte: Dos autores (2019).

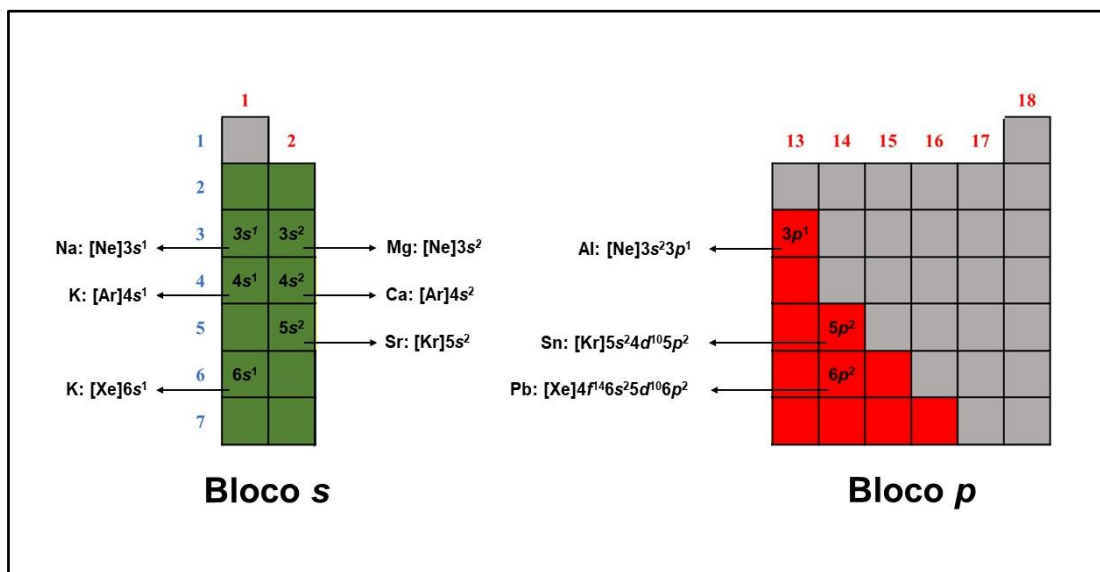
Cada linha da tabela periódica corresponde a um período e os períodos são numerados de 1 a 7 de cima para baixo. Embora os períodos não sejam numerados na tabela da IUPAC (Figura 6), para tornar a explicação mais clara e didática para os alunos do ensino médio, recomenda-se numerá-los. Na Figura 5, bem como nas Figuras 8 e 9, eles estão indicados à esquerda em azul.

Como pode ser observado na Figura 9, 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 terceiro período indicados na Figura 9, observa-se que o elétron mais energético encontra-se no orbital $3s$, para os do quarto período, no $4s$, para o do quinto período, no $5s$ e, para o do sexto período no $6s$. 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 (Figuras 9 e 10). Esse comportamento também é observado para os metais do bloco *p*. Como pode ser observado nas Figuras 9 e 10 para os elementos do bloco *p* escolhidos para a atividade, o Al é do terceiro período e apresenta o elétron mais energético no orbital $3p$, o Sn é do quinto período e apresenta elétron mais energético no orbital $5p$ e, por último, o Pb é do sexto período e apresenta o elétron mais energético no orbital $6p$. Assim, o elétron de maior energia dos metais do bloco *p* terão configuração igual a np

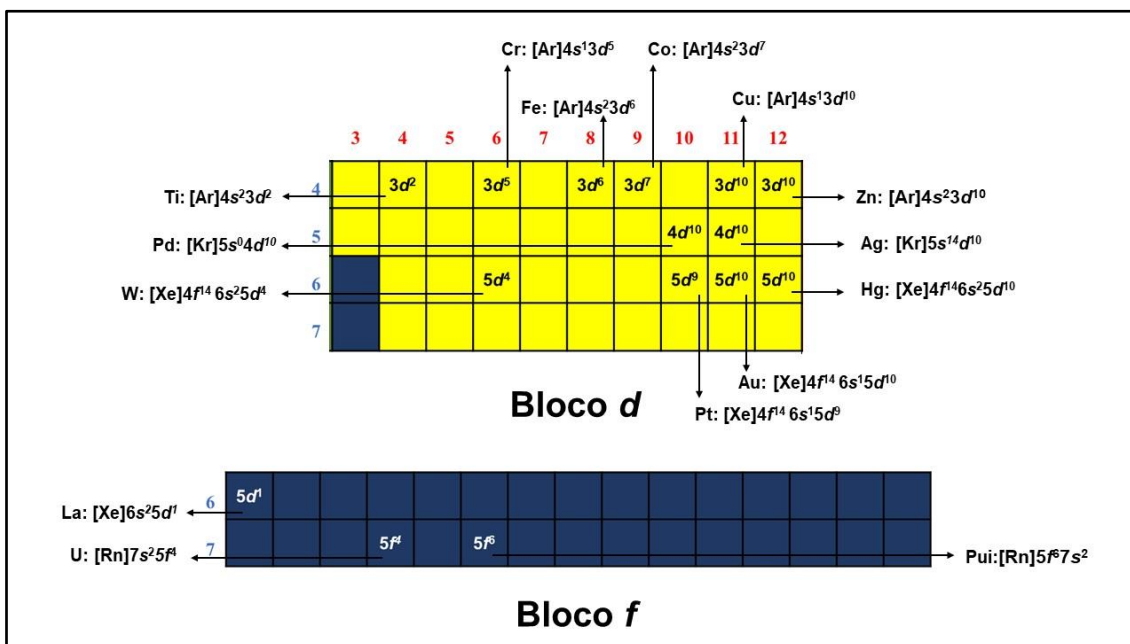
Para os elementos dos blocos *d* e *f*, a relação entre o número quântico principal e o período em que se encontra o elemento é diferente da observada para os elementos dos blocos *s* e *p*. Como apresentado nas Figura 9 e 11, os elementos do quarto período do bloco *d*, possuem o elétron de maior energia no orbital $3d$, os do quinto período, no orbital $4d$ e os do sexto período, no orbital $5d$. 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 ($n - 2$). Nas Figuras 9 e 11 isso pode ser observado para os elementos selecionados do bloco *f* do sétimo período, mas não para o selecionado do sexto período (La), uma vez que, como explicado anteriormente, ele é uma exceção.

Figura 10: Configuração eletrônica para alguns metais dos blocos *s* e *p* (os números em azul à esquerda indicam o período).



Fonte: Dos autores (2019).

Figura 11: Configuração eletrônica para alguns metais dos blocos *d* e *f* (os números em azul à esquerda indicam o período).



Fonte: Dos autores (2019).

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, geralmente, os elétrons d em elementos de transição 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 determinação dos níveis mais energéticos dos átomos, isto é, aqueles que irão participar das ligações químicas. Por exemplo, o elemento Fe possui número atômico 26 e sua configuração eletrônica é $[\text{Ar}]4s^23d^6$. 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.

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, os grupos são classificados com números indo-arábicos de 1 a 18, da esquerda para a direita como mostrado nas Figuras 5, 9, 10 e 11 (números em vermelho na parte superior da tabela). Antigamente existiam dois sistemas de classificação dos grupos da tabela periódica: (1) o da IUPAC, mais utilizado na Europa e (2) o da CAS (*Chemical Abstracts Service*), mais comum na América. 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 (*main group elements*) e a 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 4. É importante apresentar o novo sistema da IUPAC de classificação dos elementos químicos em grupos aos alunos do ensino médio, enfatizando que não se deve mais utilizar o antigo sistema que ainda é encontrado em alguns livros e materiais didáticos. 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.

Tabela 4: 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	

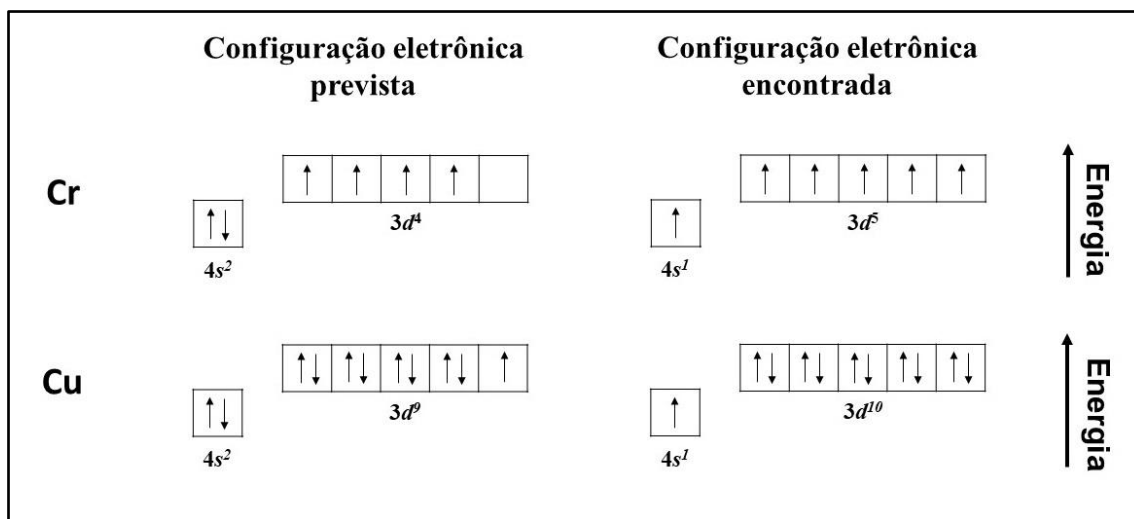
Na Tabela 4 também é apresentada a classificação dos elementos químicos em representativos e de transição. É importante discutir essas denominações dos elementos com os alunos do ensino médio porque muitas vezes o termo “elementos (ou metais) de transição” é empregado erroneamente. De acordo com a IUPAC, 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. Quando avaliamos a configuração eletrônica dos elementos do grupo 12, ou seja, zinco (Zn: [Ar]4s²3d¹⁰), cádmio (Cd: [Kr]5s²4d¹⁰) e mercúrio (Hg: [Xe]4f¹⁴6s²5d¹⁰), observamos 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.

O bloco *s* é constituído pelos elementos dos grupos 1 e 2, com exceção do hidrogênio. Os elementos do grupo 1 (metais alcalinos) 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) possuem 2 elétrons de valência e suas camadas de valência podem ser representadas por ns^2 (Figura 10). Os elementos do grupo *p* são constituídos pelos grupos 13, 14, 15, 16, 17 e 18 com exceção do hélio (He) os quais apresentam, respectivamente, as seguintes configurações eletrônicas do orbital mais energético: np^1 , np^2 , np^3 , np^4 , np^5 e np^6 (Figura 10). De acordo com a IUPAC, os elementos do grupo 15 são chamados de pnicogênios, os do grupo 16, calcogênios, os do grupo 17, halogênios e os do grupo 18, gases nobres. Como o foco desta atividade são os metais, cabe ressaltar que somente os grupos 13, 14, 15 e 16 possuem elementos metálicos como constituintes.

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: $(n-1)d^1$, $(n-1)d^2$, $(n-1)d^3$, $(n-1)d^5$, $(n-1)d^6$, $(n-1)d^7$, $(n-1)d^8$, $(n-1)d^9$ e

$(n-1)d^{10}$. Entretanto existem exceções, as quais explicaremos algumas. No caso do Cr, por exemplo, a distribuição esperada seria $[\text{Ar}]4s^23d^4$, no entanto, nesta configuração, o subnível d fica semi-preenchido, enquanto que na configuração real, $[\text{Ar}]4s^13d^5$, o subnível d fica totalmente preenchido (Figura 12), 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 12). 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 entre os orbitais $6s$ e $5d$ devido à contração, efeito que recebe o nome de 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 $[\text{Xe}]4f^{14}6s^15d^{10}$.

Figura 12: Representação da configuração eletrônica da camada de valência do cromo (Cr) e do cobre (Cu).



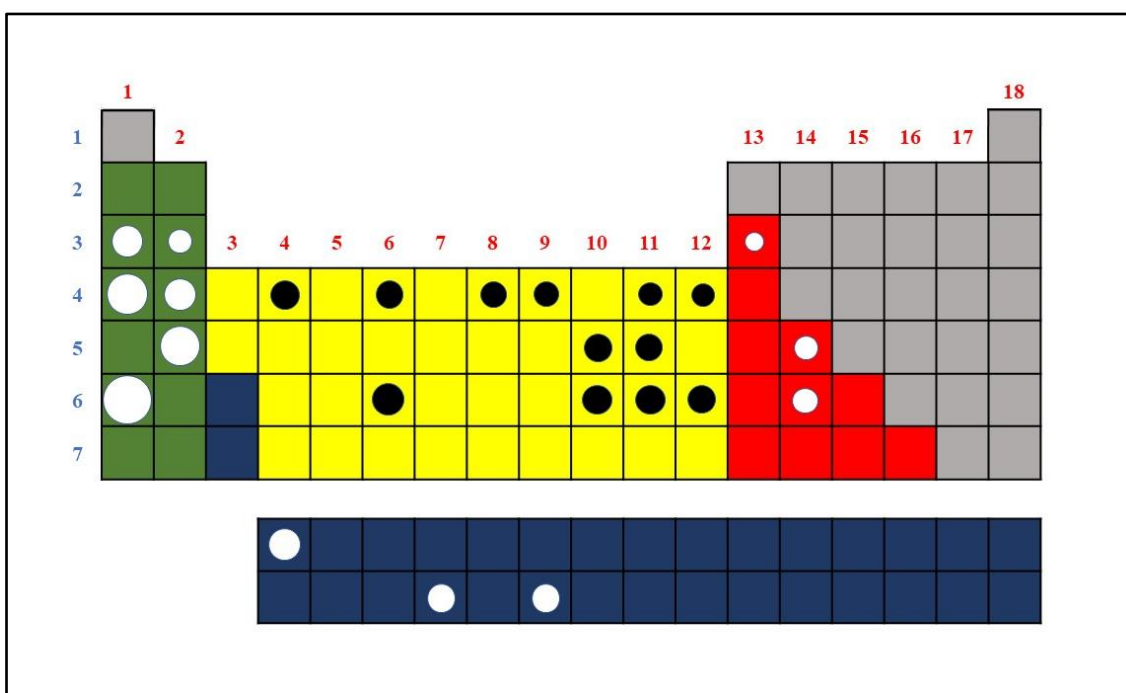
Fonte: Dos autores (2019).

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 IUPAC 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 lantanídios (lantanídeos) e actinídios (actinídeos), respectivamente. A terminação *-eo* (lantanídeo e actinídeo), ainda encontrada em alguns textos científicos em português tem cedido espaço para *-io* (lantanídio e actinídio) já que esta é a terminação dominante entre os elementos químicos (hidrogênio, oxigênio, alumínio, crômio, etc.).

Após discutir os parâmetros apresentados anteriormente com os alunos do ensino médio, o professor pode solicitar que eles virem o cubo para a posição em que se encontra o raio atômico. Como pode ser observado na Figura 7, na face do cubo correspondente a este parâmetro, foi colocado o valor do raio atômico em picômetro ($1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$) 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, ao aluno do ensino médio, observar como varia o tamanho dos átomos ao longo de um período e de um grupo e prever este comportamento (Figura 13).

Figura 13: Representação do tamanho do átomo para cada elemento químico da atividade 1 (os números em azul à esquerda indicam o período).



Fonte: Dos autores (2019).

Ao observar a face dos cubos com o valor do raio atômico e a representação dos átomos em círculo, o aluno deve concluir 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. Após chegar-se a esta conclusão por meio da observação, o professor deve explicar aos alunos o porquê deste comportamento. O tamanho de um átomo depende da carga nuclear efetiva, aquela que realmente atua sobre o elétron. Ela não é igual ao Z , mas 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 13. 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 um aumento do raio atômico, com o aumento de Z , uma vez que o número de camadas, ou seja, do número quântico principal n aumenta (Figura 13). Portanto conclui-se, de maneira geral, que o raio atômico tende a aumentar na tabela periódica da direita para a esquerda e de cima para baixo. 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.

Após a explicação do raio atômico, deve-se solicitar aos alunos que virem os cubos com a face em que se encontra a densidade voltada para cima. A densidade (d) foi escolhida para esta atividade pois se dará continuidade a sua explicação na atividade seguinte. Neste momento, o professor pode defini-la como a razão entre a massa (m) e o volume (V) a uma dada temperatura e pressão, de acordo com a equação 8.

$$d = \frac{m}{V} \quad (8)$$

Geralmente a densidade é expressa em grama por centímetro cúbico (g/cm^3), embora, no sistema internacional de unidades (SI), sua unidade seja o quilograma por

metro cúbico (kg/m³). Na Figura 14 são apresentados os valores de densidade para os metais da atividade 1.

Figura 14: Densidades dos metais em g/cm³ à temperatura ambiente (destaque para o elemento Ósmio que possui densidade igual a 22,590 g/cm³).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3	0,968	1,738											2,700					
4	0,856	1,550		4,507		7,140		7,874	8,900		8,920	7,140						
5		2,630								12,023	10,490			7,310				
6	1,879					19,520	Os			21,090	19,300	13,534		11,340				
7																		

Fonte: Dos autores (2019).

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 e tentem explicar a tendência de variação da densidade ao longo dos períodos e grupos. Na Figura 14, destacamos o elemento Ósmio (Os) por ele apresentar o maior valor de densidade dentre os elementos químicos e pelo fato da densidade dos demais elementos variarem em relação à sua posição na tabela periódica. Ao observar os valores de densidade ao longo de um período, 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 nos referimos à densidade do oxigênio, por exemplo, não estamos nos referindo à densidade do átomo O, mas à densidade do O₂, 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. 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).

No final da atividade 2, recomenda-se que o professor entregue uma tabela periódica impressa (sem cor) a cada aluno (sugerimos o modelo da Figura 6b) e solicite que pinte a mesma de maneira análoga à tabela periódica do banner da Figura 5. Nesta atividade, sugere-se que a avaliação seja realizada considerando a participação dos alunos na aula, bem como o nível das questões levantadas por eles e das respostas obtidas após indagações do professor.

REFERÊNCIAS

HOUSECROFT, Catherine E; SHARP, Alan G. **Inorganic Chemistry**. Second Edition, England, 2005.

HOUSECROFT, Catherine E; SHARP, Alan G. **Química Inorgânica**. Vol. 1. Tradução Edilson Clemente da Silva, Júlio Carlos Afonso e Oswaldo Esteves Barcia. 4 ed. LTC, Rio de Janeiro, 2013

HOUSECROFT, Catherine E; SHARP, Alan G. **Química Inorgânica**. Vol. 2. Tradução Edilson Clemente da Silva, Júlio Carlos Afonso e Oswaldo Esteves Barcia. 4 ed. LTC, Rio de Janeiro, 2013

GRAY, Theodore. **Os Elementos - Uma Exploração Visual dos Átomos Universo**. Tradução Henrique E. Toma. São Paulo: Blucher. 1ª Edição, 2011.

KOTZ, John C.; TREICHEL, Paul M.; WEAVER, Gabriela C. **Química Geral e Reações Químicas**. Vol 1. Tradução Flávio Maron Vichi e Solange Aparecida Visconte. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

TOMA, Henrique E. AITP 2019 - Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos. **Química Nova**. v. 42, n. 04, p. 468-472, mar. 2019.

TOMA, Henrique E. **Química 2. Química Inorgânica - Nomenclatura I**. Blucher São Paulo, SP, 2014.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Group_\(periodic_table\)?fbclid=IwAR29yUCSZ3Ov4TApB_nTl4h1lkcOnMOrZGQ9i2uua5BOa5672LYo9Un7vcI#targetText=In%20the%20old%20IUPAC%20system,is%20most%20common%20in%20America](https://en.wikipedia.org/wiki/Group_(periodic_table)?fbclid=IwAR29yUCSZ3Ov4TApB_nTl4h1lkcOnMOrZGQ9i2uua5BOa5672LYo9Un7vcI#targetText=In%20the%20old%20IUPAC%20system,is%20most%20common%20in%20America). Acesso em 20 set. 2019.

https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC_Periodic_Table-01Dec18.jpg?fbclid=IwAR3GLo4IIWZ0kM_eHRnnPG1nnZtmx43HunGwJIRWlvi3le_Ea1REDdLpiUk. Acesso em: 26 set. 2019.

https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/numeros-quanticos.htm?fbclid=IwAR3EmkOTrdZ2d3ejVUCWNcuNZNN2wpV-BhvmohGUeM_fjB5BqIAaLWKfCTs. Acesso em: 19 set. 2019.

https://www.newworldencyclopedia.org/entry/periodic_table?fbclid=IwAR0N7jA_T-134KZodxNOsi5fjRZbTrZgBBKaoGIXjqmPZqBVB0ng6KvyaNc. Acesso em 19 set. 2019.

https://pt.wikipedia.org/wiki/Bloco_da_tabela_peri%C3%B3dica?fbclid=IwAR0TB_cLza9GU_-LhWOtXNE-UiXDbJyvVs9Y5nAIuXLOGJJXvcQM1IKPUIE. Acesso em 20 set. 2019.

https://www.rsc.org/periodic-table/trends?fbclid=IwAR0nGR6_jqZESwj380gZsHrFLvFrRWTUFjLIJDPbWOIX_yNC3R4_ZmueibU. Acesso em 20 set. 2019.

https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2014/181/?fbclid=IwAR2yz9SXJ6pjU_NgswtjgPBtGW6Anx3W7EDwS6Sz-_BM5bJQfKsUmtT-2fo. Acesso em 19 set. 2019.

https://www.tabelaperiodica.org/tabela-periodica-atualizada-versao-ano-2019-completa-e-para-imprimir/?fbclid=IwAR3cQTIQ6EyAccgftJ27HbgpFw_cJVVCgOmCu82fNm_UQ_0Suf2hVJjPWRA. Acesso em 20 set. 2019.

<https://www.thoughtco.com/element-families-606670>. Acesso em 20 set. 2019.

<https://www.rsc.org/periodic-table/trends>. Acesso em 08 nov. 2019.

ATIVIDADE 3: ESSE METAL É PESADO?

O objetivo desta atividade é fazer com que o aluno entenda o conceito de densidade e realize um experimento para determinar a densidade de alguns objetos metálicos com forma irregular.

Inicialmente recomenda-se que o professor pergunte aos alunos se eles já ouviram o termo “*heavy metal*”. Este termo em inglês é frequentemente utilizado para se referir a um tipo de gênero do rock. Entretanto, o mesmo termo em química é utilizado para se referir a metais que apresentam número atômico, massa atômica e densidade superior a um determinado valor ou até mesmo como sinônimo de metais tóxicos. Mesmo quando se considera a definição baseada em um único parâmetro, não há consenso no valor tomado como referência para classificar um metal como pesado.

Para dar início à atividade, recomenda-se que o professor distribua os cubos para os alunos e com o auxílio deles, construa uma tabela na lousa, como a apresentada na Tabela 5, colocando os elementos químicos apresentados na atividade 1, o seu número atômico e a sua densidade. Posteriormente o professor pode selecionar duas definições de metais pesados, uma baseada no número atômico e outra na densidade e verificar com o auxílio dos alunos se os metais da Tabela 5 são pesados. Recomenda-se a utilização das seguintes definições: (1) Metal pesado é qualquer elemento químico metálico com número atômico maior do que 20; (2) Metal pesado é qualquer elemento químico metálico que possui densidade maior do que 6 g/cm^3 . Considerando a primeira definição baseada em número atômico, são classificados como metais pesados, os seguintes metais da tabela 5: Sr, Cs, Ti, Cr, Fe, Zn, Pd, Ag, W, Pt, Au, Hg, Sn, Pb, La, U e Pu. Considerando a segunda definição de metais pesados baseada nos valores de densidade, temos como metais pesados: Cr, Fe, Zn, Pd, Ag, W, Pt, Au, Hg, Sn, Pb, La, U e Pu. Observa-se que a definição baseada na densidade é mais restritiva do que a baseada em número atômico. Considerando que a definição de metal pesado baseada em densidade seja mais pertinente, pode-se posteriormente introduzir formalmente o conceito de densidade para os alunos. Neste momento eles já possuem a definição matemática de densidade que foi introduzida no final da atividade 2.

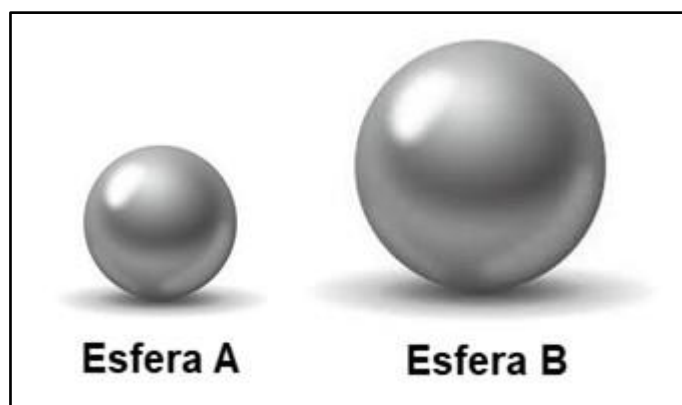
Tabela 5: Número atômico e densidade dos metais apresentados na atividade 1

Metal	Número atômico	Densidade (g/cm³)
Na	11	0,968
Mg	12	1,738
K	19	0,856
Ca	20	1,550
Sr	38	2,630
Cs	55	1,879
Ti	22	4,505
Cr	24	7,140
Fe	26	7,874
Zn	30	7,140
Pd	46	12,023
Ag	47	10,490
W	74	19,250
Pt	78	21,090
Au	79	19,300
Hg	80	13,534
Al	13	2,700
Sn	50	7,310
Pb	82	11,340
La	57	6,146
U	92	19,050
Pu	94	19,816

Para introduzir o conceito físico de densidade, o professor pode considerar duas esferas maciças de alumínio de tamanhos diferentes, como mostrado na Figura 15. A esfera A possui massa igual a 11,34 g e volume igual a 4,20 cm³ e a esfera B possui massa igual a 60,62 g e volume igual a 22,45 cm³. A massa de um corpo é uma propriedade que

depende da quantidade de matéria deste corpo. Assim, quanto maior o corpo, maior a sua massa, por esse motivo, a esfera B possui maior massa do que a esfera A. O mesmo raciocínio é válido para o volume, outra propriedade que depende da quantidade de matéria. Por isso, o volume da esfera B é maior do que a esfera A. Propriedades como a massa e o volume, que dependem da quantidade de matéria de um corpo, são chamadas de extensivas.

Figura 15: Esferas maciças de alumínio.



Fonte: Dos autores (2019).

Embora as esferas A e B (Figura 15) sejam de tamanhos diferentes e portanto, possuam massas e volumes diferentes, uma vez que elas são constituídas do mesmo material (alumínio), elas apresentam a mesma razão massa/volume (densidade), ou seja, $2,700 \text{ g/cm}^3$. Assim, a densidade é uma propriedade que independe da quantidade de matéria de um corpo, ou seja, ela é uma propriedade intensiva.

Para determinar experimentalmente a densidade das esferas apresentadas na Figura 15, basta determinar suas massas e seus volumes. As massas podem ser determinadas com o auxílio de uma balança. Por se tratarem de sólidos com formas regulares, os volumes das esferas podem ser calculados conhecendo-se seus raios, uma vez que o volume de uma esfera é $\frac{3}{4}\pi r^3$. O raio de uma esfera consiste em metade de seu diâmetro e este, por sua vez, pode ser medido com o auxílio de um paquímetro ou de um micrômetro. Para um sólido com forma irregular, não é possível determinar o volume desta maneira, mas neste caso o volume pode ser determinado pela medida da variação de volume causada por ele quando adicionado em um volume conhecido de um líquido contido dentro de um tubo graduado.

Para demonstrar para os alunos como fazer experimentalmente a determinação da densidade de sólidos com formas irregulares, recomendamos a escolha de pelo menos quatro objetos, sendo que algumas sugestões são apresentadas na Figura 16.

Figura 16: Sugestões de objetos para a determinação da densidade.



Fonte: Dos autores (2018).

Além desses materiais, serão necessárias uma balança e uma proveta preferencialmente de plástico, cujo volume dependerá do tamanho do objeto. Caso a escola não possua uma balança e seja de interesse do professor, ele pode adquirir uma minibalança digital de bolso (Figura 17), cujo preço é em torno de R\$ 30,00.

Figura 17: Minibalança digital de bolso.

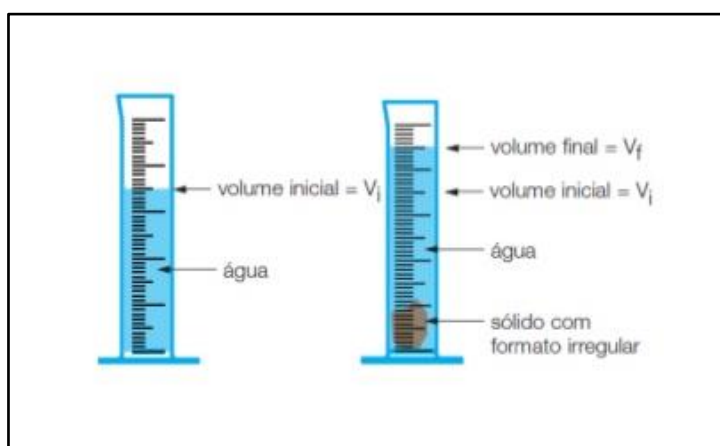


Fonte:

https://www.americanas.com.br/produto/38537101?WT.srch=1&acc=e789ea56094489dff798f86ff51c7a9&epar=bp_pl_00_go_pla_ud_geral_gmv&gclid=CjwKCAiA8K7uBRBBEiwACOm4d9pw-6UhXgZ9MQZB7rUWHvVRemTlkD3zxIHLsf4DsDSC5ydk_cz2IxoCgc0QAvD_BwE&i=5c6cc55649f937f625978dc9&o=5b3b7d92ebb19ac62c78cb85&opn=YSMESP&sellerid=32479963000106&sellerid=32479963000106&wt.srch=1

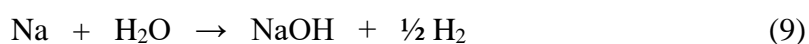
Após pesar o objeto, deve-se introduzi-lo na proveta contendo pelo menos metade do seu volume de água e verificar a variação e volume causada pela introdução do objeto (Figura 18). Essa variação de volume corresponde ao volume do sólido. Recomenda-se inclinar a proveta em um ângulo de aproximadamente 45° antes de adicionar o sólido.

Figura 18: Variação do volume da água causada pela introdução de um sólido irregular.



Fonte: <https://pt.slideshare.net/AugustoSrgioCostaSouza/01-substncias-e-misturas>

É importante esclarecer para o aluno que esse procedimento só pode ser utilizado para a determinação da densidade de sólidos que possuam densidade maior do que a do líquido empregado. Pela facilidade, segurança e disponibilidade, o líquido recomendado para ser utilizado neste experimento é a água. Entretanto, não haveria problema em utilizar outro líquido, sendo que a variação de volume observada na água será a mesma que observada em outro líquido. Outra informação importante é que a água não pode ser utilizada para a determinação da densidade de metais que reajam com ela, como por exemplo o sódio, cuja reação com a água é extremamente violenta (equação 9)



O professor pode optar por realizar o experimento de forma demonstrativa, contando com o auxílio dos alunos para a execução do mesmo. Ele também pode optar

por formar alguns grupos de alunos e dar um objeto para cada grupo para que determine a densidade do mesmo. No final da atividade recomenda-se que o professor solicite aos alunos que façam uma tabela com os dados de massa e volume determinados e calculem a densidade dos objetos. Sugere-se que a avaliação da aprendizagem seja realizada por meio da participação dos alunos na mesma.

BIBLIOGRAFIA

DUFFUS, John H. “Heavy Metals” – A Meaningless Term? (IUPAC Technical Report). **Pure and Applied Chemistry**, v. 74, n. 5, p. 793–807, 2002.

ATIVIDADE 4: DE ONDE VEM OS METAIS?

O objetivo desta atividade é utilizar o exemplo do alumínio para ilustrar de onde vem os metais. Este metal foi escolhido porque é 100% reciclável e, posteriormente, para finalizar a sequência de atividades proposta neste material, poderia ser utilizado na abordagem do tema reciclagem. Para esta atividade, recomenda-se que o professor faça uso da história em quadrinhos “Wandeca e o que sai da mina: aventura com alumínio” (Figura 19), material de divulgação e popularização da ciência produzido pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), disponibilizado gratuitamente na internet.

Figura 19: Capa da história em quadrinhos “Wandeca e o que sai da mina: aventura com alumínio”.



Fonte: <https://www.cetem.gov.br/images/popularizacao-ciencia/wandeca-2.pdf>

O material conta a aventura de uma perereca chamada Wandeca, que no começo da história está indo para a praia (a personagem inclusiva leva uma prancha de surfe em mãos) encontrar seu primo Deco, o qual nem aparece na história já que Wandeca não chega ao seu destino. No caminho, ela percebe que está pisando em um chão vermelho, quando encontra dois robôs Tecno e Logia. Neste momento Wandeca descobre por meio de seus novos amigos robôs que está em uma área de exploração mineral de alumínio e que a terra vermelha em que ela estava pisando eram rejeitos da bauxita, o minério de alumínio de onde é extraída a alumina, utilizada como fonte para a fabricação do alumínio. A partir daí eles percorrem juntos todo o processo envolvido na obtenção do

alumínio. No final da história aparece Wandeca terminando de tomar um suco contido em uma lata de alumínio e descartando a mesma no lixo convencional. É então que Logia chama a sua atenção dizendo que a latinha não deveria ser descartada ali porque o alumínio é um metal reciclável.

Recomenda-se que o professor leia a história em sala com os seus alunos. Para que a leitura seja mais atrativa, ele pode indicar três alunos para fazer o papel dos três protagonistas da história: Wandeca, Tecno e Logia. Durante a leitura, o professor pode chamar a atenção dos alunos para aspectos químicos importantes e relevantes para alunos da primeira série do ensino médio. O professor pode explicar que o minério é uma forma impura do mineral de onde é extraído o metal. O minério de alumínio é a bauxita que possui aspecto de terra vermelha. Após a purificação é obtido um sólido branco que se trata do mineral alumina constituído por Al_2O_3 . O óxido de alumínio fundido origina o alumínio por meio de um processo eletroquímico em que o alumínio do estado de oxidação $3+$ é reduzido a 0 . Posteriormente, para finalizar a discussão, recomenda-se ao professor que projete para os alunos o vídeo do “Manual do Mundo” intitulado “Como é fabricado o alumínio?” disponível na internet.

Após o vídeo, pode-se realizar uma discussão para esclarecer a dúvida dos alunos e realizar uma avaliação da aprendizagem lançando para os alunos perguntas como: De onde vem o alumínio? O que é o alumínio e em quais objetos ele é encontrado? Qual o minério e qual o mineral de onde o alumínio é extraído?

BIBLIOGRAFIA

COMO É FABRICADO O ALUMÍNIO. 1 vídeo (10 min). Disponível em: <http://www.manualdomundo.com.br/2018/07/como-e-fabricado-o-aluminio-borave/>. Acesso em: 17 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. WANDECA e o que sai da mina: uma aventura com o alumínio. **Centro de Tecnologia Mineral - CETEM**. Rio de Janeiro, 2006.

ATIVIDADE 5: COMO SÃO RECICLADAS AS LATINHAS DE ALUMÍNIO?

O objetivo desta atividade é conscientizar os alunos sobre a importância ambiental, econômica e social de separar e destinar adequadamente o material reciclável como o alumínio.

Para iniciar a discussão, sugere-se que o professor projete outro vídeo do “Manual do Mundo” cujo título é “Como funciona a reciclagem de latinhas de alumínio?” também disponível na internet.

A reciclagem do alumínio alia uma combinação única de vantagens. Dentre seus benefícios podem ser destacados a importância da atividade no aspecto sustentável da indústria do alumínio, representado pela economia de energia elétrica e de bauxita (minério que origina o alumínio primário) e a geração de renda a um número de famílias que vivem da atividade.

Na discussão do vídeo, recomenda-se que o professor chame a atenção do aluno para os benefícios ambientais da reciclagem do alumínio, destacando que o processo de reciclagem utiliza apenas 5% da energia elétrica se comparado ao processo de produção do metal a partir da bauxita, além de também liberar apenas 5% das emissões de gás de efeito estufa quando comparado com este processo. O processo de reciclagem também diminui o volume de lixo gerado que teria como destino os aterros sanitários.

A sucata de alumínio pode ser empregada na fabricação de itens para vários segmentos como os de embalagens, construção civil, indústria automotiva e bens de consumo. A reciclagem também tem um importante aspecto social pois gera um grande número de empregos. Fazem parte da reciclagem do alumínio: cooperativas e catadores autônomos de materiais recicláveis, sucateiros de pequeno e grande porte, além de intermediários, que recolhem as embalagens em postos de coleta, condomínios públicos e privados e pontos comerciais em geral.

Após a discussão dos vários aspectos relacionados à reciclagem do alumínio, pode-se perguntar aos alunos se eles fazem coleta seletiva em casa e, caso não façam, tentá-los convencê-los da importância de tal prática.

Recomenda-se que a avaliação da aprendizagem em tal atividade seja realizada por meio da participação dos alunos nas discussões.

BIBLIOGRAFIA

COMO FUNCIONA A RECICLAGEM DE LATINHAS DE ALUMÍNIO? 1 vídeo (3 min. 30 s). Disponível em: <http://www.manualdomundo.com.br/2016/06/reciclagem-de-latinha-de-aluminio/>. Acesso em: 17 jun. 2018.

<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/5/latas-de-aluminio>. Acesso em 20 set. 2018.

APÊNDICE A



SÓDIO – Na

POTÁSSIO – K





CÉSIO – Cs



MAGNÉSIÓ – Mg



CÁLCIO – Ca

ESTRÔNCIO – Sr



TITÂNIO – Ti





CROMO – Cr



FERRO – Fe



PLATINA – Pt



TUNGSTÊNIO – W

ALUMÍNIO – Al





COBRE – Cu



COBALTO – Co



ALUMÍNIO – Al



PLUTÔNIO - Pu



URÂNIO - U



COBRE - Cu



CHUMBO - Pb

LANTÂNIO - La





PRATA - Ag



OURO - Au

MERCÚRIO - Hg





ESTANHO - Sn



ZINCO - Zn

PALÁDIO - Pd



APÊNDICE B

$Z = 11$



$r = 190 \text{ pm}$

Na

Densidade:
 $0,968 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Ne}]3s^1$

$A = 23$

$Z = 12$



$r = 145 \text{ pm}$

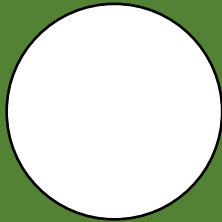
Mg

Densidade:
 $1,738 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica
 $[\text{Ne}]3s^2$

$A = 24$

$Z = 19$



$r = 243 \text{ pm}$

K

Densidade:
 $0,856 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Ar}]4s^1$

$A = 39$

$Z = 20$



$r = 194 \text{ pm}$

Ca

Densidade:
 $1,550 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Ar}]4s^2$

$A = 40$

$Z = 38$



$r = 219 \text{ pm}$

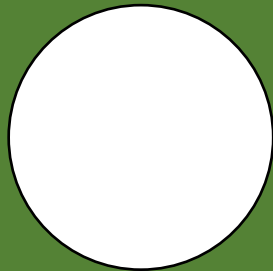
Sr

Densidade:
 $2,630 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Kr}]5s^2$

$A = 88$

$Z = 55$



$r = 298 \text{ pm}$

Cs

Densidade:
 $1,879 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Xe}]6s^1$

$A = 133$

$Z = 22$



$r = 176 \text{ pm}$

Ti

**Densidade:
 $4,507 \text{ g/cm}^3$**

**Configuração
eletrônica:
 $[\text{Ar}]4s^23d^2$**

$A = 48$

$Z = 24$



$r = 166 \text{ pm}$

Cr

**Densidade:
 $7,140 \text{ g/cm}^3$**

**Configuração
eletrônica:
 $[\text{Ar}]4s^13d^5$**

$A = 52$

Z = 26



r = 156 pm

Fe

**Densidade:
7,874 g/cm³**

**Configuração
eletrônica:
[Ar]4s²3d⁶**

A = 56

$Z = 27$



$r = 152 \text{ pm}$

Co

Densidade:
 $8,900 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Ar}]4s^23d^7$

$A = 59$

Z = 29



r = 145 pm

Cu

**Densidade:
8,920 g/cm³**

**Configuração
eletrônica:
[Ar]4s¹3d¹⁰**

A = 63

Z = 30



r = 142 pm

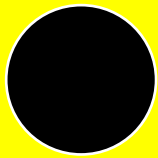
Zn

**Densidade:
7,140 g/cm³**

**Configuração
eletrônica:
[Ar]4s²3d¹⁰**

A = 65

Z = 46



r = 169 pm

Pd

**Densidade:
12,023 g/cm³**

**Configuração
eletrônica:
[Kr]5^s04^d10**

A = 106

$Z = 47$



$r = 165 \text{ pm}$

Ag

Densidade:
 $10,490 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Kr}]5s^14d^{10}$

$A = 108$

$Z = 74$



$r = 193 \text{ pm}$

W

Densidade:
 $19,250 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Xe}]4f^{14} 6s^2 5d^4$

$A = 184$

$Z = 78$



$r = 177 \text{ pm}$

Pt

**Densidade:
 $21,090 \text{ g/cm}^3$**

**Configuração
eletrônica:
 $[\text{Xe}]4f^{14} 6s^1 5d^9$**

$A = 195$

$Z = 79$



$r = 174 \text{ pm}$

Au

Densidade:
 $19,300 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Xe}]4f^{14}6s^15d^{10}$

$A = 197$

Z = 80



r = 171 pm

Hg

**Densidade:
13,534 g/cm³**

**Configuração
eletrônica:
[Xe]4f¹⁴6s²5d¹⁰**

A = 201

$Z = 13$



$r = 118 \text{ pm}$

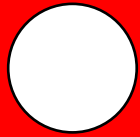
Al

Densidade:
 $2,700 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Ne}]3s^23p^1$

$A = 27$

Z = 50



r = 145 pm

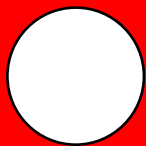
Sn

**Densidade:
7,310 g/cm³**

**Configuração
eletrônica:
[Kr]5s²4d¹⁰5p²**

A = 119

$Z = 82$



$r = 154 \text{ pm}$

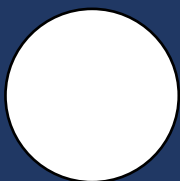
Pb

Densidade:
 $11,340 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Xe}]4f^{14}6s^25d^{10}6p^2$

$A = 207$

$Z = 57$



$r = 195 \text{ pm}$

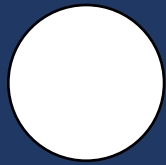
La

Densidade:
 $6,146 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Xe}] 6s^2 5d^1$

$A = 139$

$Z = 92$



$r = 175 \text{ pm}$

U

Densidade:
 $19,050 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Rn}]7s^25f^4$

$A = 238$

$Z = 94$



$r = 175 \text{ pm}$

Pu

Densidade:
 $19,816 \text{ g/cm}^3$

Configuração
eletrônica:
 $[\text{Rn}]5f^67s^2$

$A = 244$