



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

**SÉRGIO DE OLIVEIRA FREITAS**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A ABORDAGEM DO TEMA  
METAIS NO ENSINO MÉDIO**



**UBERABA - MG**

**2019**

**SÉRGIO DE OLIVEIRA FREITAS**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A ABORDAGEM DO TEMA  
METAIS NO ENSINO MÉDIO**

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

**Linha de pesquisa:** Química Ambiental e Energia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Carla Regina Costa.

**Co-orientador:** Prof. Dr. Pedro Ivo da Silva Maia

**UBERABA - MG**

**2019**

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

F938p	<p>Freitas, Sérgio de Oliveira Uma proposta de sequência didática para a abordagem do tema metais no ensino médio. / Sérgio de Oliveira Freitas. -- 2019. 157 f. : il., tab.</p> <p>Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2019 Orientadora: Profa. Dra. Carla Regina Costa Coorientador: Prof. Dr. Pedro Ivo da Silva Maia</p> <p>1. Química (Ensino médio). 2. Didática. 3. Ensino - Metodologia. 4. Ciência. 5. Tecnologia. I. Costa, Carla Regina. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 54 (075)</p>
-------	---

**SÉRGIO DE OLIVEIRA FREITAS**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A ABORDAGEM DO TEMA  
METAIS NO ENSINO MÉDIO**

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

**Linha de pesquisa:** Química ambiental e energia

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Regina Costa

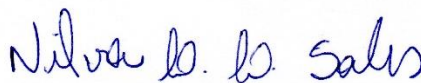
Data de aprovação: 22/11/2019

**MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:**



**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Regina Costa**  
**Presidente e Orientadora**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM



**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nilva Lúcia Lombardi Sales**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM



**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniela Gonçalves de Abreu Favacho**

Universidade Estadual de São Paulo - USP

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

Dedico este trabalho a minha esposa Alessandra, pelo incentivo e a minha mãe Adair, pelo apoio nesta jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À minha orientadora Profa. Dra. Carla Regina Costa e ao meu co-orientador Prof. Dr. Pedro Ivo da Silva Maia, pelo suporte no pouco tempo que lhes couberam, pelas suas correções e incentivos.

Aos amigos Bruno, Claudinei, Mayana e Nara por estarem sempre presentes.

Em especial a Profa. Dra. Nilva Lúcia Lombardi Sales, pela dedicação prestada nessa minha dissertação.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI e a Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, pela confiança no mérito e ética aqui presentes.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar a potencialidade de uma sequência didática produzida com base na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) sobre o tema metais. A sequência didática produzida consistiu de um material de apoio ao professor contendo cinco atividades para serem desenvolvidas no ensino médio utilizando recursos didáticos como: dinâmica de grupo, experimentação, história em quadrinhos e vídeo. Além de possibilitar trabalhar conceitos como metais, tabela periódica e densidade, a sequência didática produzida permitiu a abordagem de temas como mineração e reciclagem, possibilitando assim que o professor possa proporcionar aos alunos aulas diferenciadas que despertem seus interesses e curiosidades e os façam aprender o conteúdo necessário de forma contextualizada e crítica. A potencialidade do material foi avaliada por meio da sua aplicação, no ano de 2018, em duas turmas da 1ª série do ensino médio de uma escola estadual de Itumbiara/GO na disciplina intitulada Tópicos de Química, que integra um núcleo de disciplinas criadas pela Secretaria de Educação do estado de Goiás (SEDUC) com o objetivo de possibilitar a melhoria do ensino nas áreas selecionadas como prioritárias. Observou-se por meio de relatos dos alunos que o material desenvolvido cumpriu o seu papel de ensinar a química de uma maneira lógica e contextualizada. Percebeu-se que no decorrer das atividades os alunos mostraram-se mais interessados e participativos do que nas aulas ministradas anteriormente pelo professor-pesquisador. O envolvimento dos alunos nas atividades propostas neste trabalho acarretou inclusive em uma mudança de postura dos educandos nas aulas de outras disciplinas, o que foi relatado pelos professores da escola ao professor-pesquisador. Este trabalho possibilitou reflexões e até mesmo mudança na percepção do professor-pesquisador que se sente motivado a continuar trabalhando de forma contextualizada e dinâmica.

Palavras-chaves: Sequência didática. Ciência, Tecnologia. Sociedade e Ambiente. Tópicos de Química.



## ABSTRACT

This work aimed to develop and evaluate the potential of a didactic sequence produced on the basis of the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach on the subject of metals. The produced didactic sequence consisted of a support material for the teacher containing five activities to be developed in high school using didactic resources such as: group dynamics, experimentation, comic books and video. In addition to enabling the work with concepts such as metals, periodic table and density, that sequence allowed the approach of topics such as mining and recycling, allowing the teacher to provide students with differentiated classes that awaken their interests and curiosities and make them learn the necessary content in a contextualized and critical way. The potential of the material was evaluated through its application, in 2018, in two classes of the high school 1<sup>th</sup> grade of a state school in Itumbiara/GO in the discipline entitled Topics of Chemistry, which integrates a nucleus of disciplines created by the Department of Education of the state of Goiás (SEDUC) with the objective of enabling the improvement of teaching in areas selected as priorities. It was observed through reports of the students that the developed material fulfilled its role of teaching chemistry in a logical and contextualized way. It was noticed that during the activities the students were more interested and participative than in the classes previously taught by the professor-researcher. The involvement of students in the activities proposed in this study resulted in a change in the attitude of students in classes of other disciplines, which was reported by other teachers of the school to the teacher-researcher. This work allowed reflections and even a change in the perception of the professor-researcher, who feels motivated to continue working in a contextualized and dynamic way.

Keywords: Didactic sequence. Science, Technology, Society and Environment, Chemistry Topics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Banner confeccionado para a realização da atividade 2.....	27
Figura 2 – Imagem da tabela periódica no banner com os cubos sobre a mesma. ....	28
Figura 3 – Tabelas periódicas pintadas pelos alunos.....	28
Figura 4 – Materiais utilizados para a determinação da densidade de objetos metálicos. ....	30
Figura 5 – Alunos realizando o experimento para a determinação da densidade dos objetos metálicos com forma irregular.....	30
Figura 6 – Apresentação da história em quadrinhos.....	31

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma das atividades propostas. ....	21
Quadro 2 – Imagens dos objetos/produtos selecionados inicialmente para a atividade 1.....	23
Quadro 3 – Descrição dos objetos/produtos pela Turma A.....	34
Quadro 5 – Respostas de alguns alunos para a pergunta: “O que estes objetos/produtos têm em comum? .....	35
Quadro 6 –Respostas obtidas para a pergunta tema da atividade 2.....	37
Quadro 7 – Respostas para a pergunta “O que é o alumínio e onde ele é utilizado?” .....	39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 O ESTADO DE GOIÁS .....	15
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
3.1 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES .....	18
<b>3.1.1 Caracterização do ambiente escolar e dos sujeitos de pesquisa .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2 Sequência de Ensino .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.3 Descrição das atividades propostas.....</b>	<b>22</b>
3.1.3.1 Atividade 1: O que os objetos/produtos das imagens têm em comum? .....	22
3.1.3.2 Atividade: Como estão organizados os elementos químicos na tabela periódica? .....	26
3.1.3.3 Atividade 3: Este metal é pesado?.....	29
3.1.3.4 Atividade 4: De onde vem os metais? .....	31
3.1.3.5 Atividade 5: Como são recicladas as latinhas de alumínio .....	32
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
4.1 RESULTADOS DA ATIVIDADE 1 .....	32
4.2 RESULTADOS DA ATIVIDADE 2 .....	36
4.3 RESULTADOS DA ATIVIDADE 3 .....	38
4.4 RESULTADOS DA ATIVIDADE 4 .....	39
4.5 RESULTADO DA ATIVIDADE 5.....	40
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE 1 - Modelo de Autorização da Direção.....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICE 2 - Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE 3 -Atividades.....</b>	<b>49</b>
<b>APÊNDICE 4 - Produto produzido .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Santos e Schnetzler (2014), a resposta quase que inquestionável de um professor quando lhe perguntam “Por que ensinar?” é: “Para fazer de nossos alunos e alunas homens e mulheres que sejam cidadãos e cidadãs mais críticos”. Apesar desse discurso, muitas vezes o ensino não possibilita ao aluno estabelecer uma conexão entre o que ele aprende na escola e o que ele vivencia no contexto em que está inserido. Isso acontece porque muitas escolas não consideram relevante a abordagem de situações significativas em sala de aula o que faz com que ainda sejam encontradas escolas com organizações curriculares descontextualizadas, lineares e fragmentadas. (HALMENSCHLAGER, 2011). Isso sinaliza que é necessário repensar a atual organização dos currículos escolares levando-se em conta questões relacionadas à realidade do aluno para que o ensino passe a fazer sentido para ele e lhe possibilite compreender melhor a sua realidade.

Em se tratando especificamente do ensino de Ciências, ainda existem problemas a serem enfrentados, dentre os quais podemos destacar: o enfoque unicamente disciplinar, a falta de interesse e a desmotivação dos alunos, a desvinculação entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”, a simplificação dos fenômenos reais, a ideia de neutralidade da ciência e da tecnologia, além do ensino propedêutico, em que o conhecimento é visto como “algo” que será utilizado futuramente (MUENCHEN; AULER, 2007; HALMENSCHLAGER, 2011).

Na década de 1980, Schnetzler (1980) mencionava que a química da escola não tinha nada a ver com a química da vida. Atualmente, a realidade da escola é diferente daquela de quase quarenta anos atrás, mas ainda se percebe que “os objetivos, conteúdos e estratégias do ensino de química atual estão dissociados das necessidades requeridas para um curso voltado para formação da cidadania” (Santos, 1992, p. 116). Face a isso, nota-se que o ensino tradicional ainda está presente nas escolas brasileiras, priorizando informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores, o que acarreta em dificuldades no ensino da química, tornando-o pouco atrativo e desinteressante.

O processo de ensino aprendizagem deve ser conduzido em sala de aula levando-se em conta que existem alunos com diferentes histórias de vida e com diferentes leituras ou perfis conceituais acerca de fatos químicos (BRASIL, 2002). Além disso, o respeito pela opinião dos colegas e pelo trabalho em grupo, a responsabilidade, a lealdade e a tolerância são valores que devem estar presentes no processo coletivo de construção do conhecimento em sala de aula, de forma a tornar o ensino de química mais sólido, contribuindo também para o desenvolvimento de valores humanos, que também devem ser considerados metas no processo educativo

(BRASIL, 2002). Devemos ainda reconhecer que há muito para melhorar no sentido de um ensino contextualizado que resulte em uma aprendizagem significativa, contribuindo na formação de um cidadão mais crítico e capaz de conviver com as diferenças.

A sociedade atual vive um processo constante e acelerado de transformações tecnológicas o que, infelizmente, não é perceptível com a mesma velocidade na escola, em especial no ensino de Ciências. Para que o ensino de Ciências se torne contextualizado, passe a ter significado para o educando e desperte sua curiosidade e o seu interesse por aprender, é necessária uma mudança de postura do professor. Isso não é uma tarefa fácil considerando que, na maioria dos casos, o docente não vivenciou essa forma de aprendizado. Para tanto, torna-se necessário um engajamento do professor, o que nem sempre é observado.

A fim de haver uma aprendizagem significativa, o aluno necessita de uma estrutura voltada para o aprendizado e um conteúdo escolar significativo (PELIZZARI et al., 2002). De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, os conhecimentos prévios dos alunos devem ser valorizados para que eles possam construir estruturas mentais que permitam a eles descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz (PELIZZARI et al., 2002). Para que haja aprendizagem significativa são necessárias duas condições: (1) disposição do aluno para aprender e (2) conteúdo escolar a ser aprendido potencialmente significativo. Para que o conteúdo seja significativo para o aluno ele deve ter significado lógico, o que depende apenas da natureza do conteúdo, e ser psicologicamente significativo, característica que depende da experiência de cada aprendiz com o conteúdo e que faz deste significativo ou não para si próprio (PELIZZARI et al., 2002).

Nas últimas décadas, discussões significativas sobre questões curriculares e metodológicas relativas ao Ensino Médio, resultaram em documentos e programas que buscam melhorar os índices de evasão, de repetência e a distorção série-idade, com o intuito de promover a inclusão e a manutenção do aluno na escola. De acordo com esses documentos, o ensino deve promover a formação integral do educando (HALMENSCHLAGER; DELIZOICOV, 2017). Uma formação integral é aquela que vai além do domínio dos conteúdos universais sistematizados e que permite o desenvolvimento do senso crítico, da capacidade de compreender e discutir situações concretas e fenômenos do seu cotidiano, além de resultar em autonomia para a construção do conhecimento, de forma a preparar o discente para o mundo do trabalho, permitindo-o atuar como cidadão consciente e transformador de sua realidade (HALMENSCHLAGER, 2011; HALMENSCHLAGER; DELIZOICOV, 2017).

Para possibilitar um ensino de química contextualizado e que resulte em uma aprendizagem eficaz pode-se utilizar uma Sequência Didática (SD) como recurso didático em uma abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

A SD é um dos meios mais práticos e utilizados para o desenvolvimento de atividades educativas contribuindo para uma melhor aprendizagem em qualquer nível de ensino. A forma com que as sequências didáticas são trabalhadas determinam “características diferenciais” da prática do professor (ZABALA, 1998, apud CASCAIS; TERÁN, 2013). O conjunto de atividades sequenciais organizadas pelo professor deverá alcançar certos objetivos educacionais, os quais devem ser de conhecimento não só do professor, mas também dos alunos (ZABALA, 1998, p. 18, apud CASCAIS; TERÁN, 2013).

A abordagem CTSA objetiva educar os alunos em ciências de maneira contextualizada conferindo-lhes competências para agir e interagir com o meio que os rodeia, bem como para tomarem decisões conscientes para a resolução de problemas do cotidiano. Assim, essa abordagem permite formar cidadãos capazes de tomarem decisões democráticas e responsáveis baseadas em conhecimentos científicos e tecnológicos sobre questões pessoais, profissionais e sociais que tenham influência sobre o seu modo de vida. Esta abordagem possibilita ainda ao aluno que ele compreenda os desafios sociais da Ciência e das interações recíprocas que tem com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Essa prática pedagógica permite relacionar conteúdos científicos com acontecimentos do cotidiano, buscando exemplificar ou ilustrar o conhecimento científico (WARTHA et al., 2013). Em virtude disso, ensinar ciências passa da fase da visão de apresentação de ciência neutra para a interdisciplinar, onde o contexto da pesquisa científica e suas consequências sociais, políticas e culturais são elementos marcantes (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007). A perspectiva CTSA tem como base a promoção dos educandos para o exercício da cidadania. A escola sozinha não consegue proporcionar a evolução de todas as informações científicas para a compreensão do mundo (KRASILCHIK, MANDARINO 2007), o que torna necessária a alfabetização científica e tecnológica dos educandos no mundo contemporâneo (SANTOS; SCHNETZLER, 2014). A abordagem CTSA possibilita o conhecimento científico aos educandos, produzindo conhecimentos, habilidades e valores necessários, para que os educandos possam tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia, atuando nas soluções destas questões (SANTOS; MORTIMER, 2002). Temas como a exploração de minérios e a reciclagem de metais podem ser trabalhados com uma visão CTSA.

Muitas vezes o professor se sente pressionado a ministrar uma gama de conteúdos em um número inapropriado de aulas o que impossibilita um ensino contextualizado e que faça

sentido para o aluno. Neste contexto, na maioria das vezes, não há participação efetiva do estudante no diálogo mediador da construção do conhecimento devido à falta de tempo, à necessidade de “correr com a matéria” e ao próprio desinteresse do aluno. Nesse sentido, é necessário que o professor adote uma postura de mediador entre o aluno e o conhecimento. Para tanto, a atuação do professor deve levar em conta que o aluno é o sujeito do conhecimento e não mero receptor de informações. Por isso, todo esforço é válido no sentido de envolver os alunos, tornando as aulas momentos de interação e aprendizagem.

Até pouco tempo atrás, o ensino médio era visto apenas como uma via de acesso ao ensino superior. Isso fazia com que os currículos fossem baseados quase que exclusivamente nos conteúdos necessários para o aluno ingressar na universidade, ou seja, o conhecimento tratado na escola não tinha significado fora da escola. É neste cenário que se apresentou a necessidade de novas propostas de ensino capazes de considerar o conhecimento escolar inserido ao contexto sociocultural, político e ambiental dos alunos. Considerar a realidade do aluno no processo educacional implica na seleção de questões e problemas a serem trabalhados em sala de aula que sejam capazes de mobilizar o aluno, fazendo-o aprender de forma efetiva (HALMENSCHLAGER, 2011). Em virtude das mudanças necessárias no ensino de Ciências, e considerando o Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás (onde este trabalho foi aplicado), construído com intuito de superar os problemas e dificuldades da Educação Básica e oportunizar aos educandos meios necessários para sua formação plena e para o exercício da cidadania (GOVERNO DE GOIÁS, 2018), este trabalho propôs a elaboração de um material de apoio diferenciado para o professor, para que fosse possível trabalhar o conteúdo selecionado para esta pesquisa de maneira contextualizada e com enfoque em questões ambientais, políticas e sociais do Estado de Goiás. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC – BRASIL, 2018), os currículos possuem papéis complementares e devem se adequar à realidade local e possibilitar que os conteúdos dos componentes curriculares sejam trabalhados de maneira interdisciplinar por meio de metodologias e estratégias diversificadas, concebendo situações e procedimentos para a motivação dos educandos para a aprendizagem.



## 1.1 O ESTADO DE GOIÁS

O estado de Goiás está localizado na região Centro-Oeste do Brasil. Entre os principais municípios goianos, se destaca a cidade de Itumbiara, onde o projeto proposto neste trabalho foi desenvolvido. Ela está localizada no sul do estado, na divisa com Minas Gerais e é considerada o portal de entrada para o estado de Goiás. Existem 6113 escolas de ensino fundamental no Estado, 481 escolas de ensino médio e 28 escolas de nível superior. Em 1991, o índice de alfabetização no estado era de 81,6% (Ministério das Relações Exteriores, 2018). A economia do estado de Goiás baseia-se na produção agrícola e na pecuária, no comércio e nas indústrias de mineração, alimentícia, de confecção, mobiliário, metalúrgica e madeireira. Na agricultura destaca-se a produção de arroz, café, algodão herbáceo, feijão, milho, soja, sorgo, trigo, cana-de-açúcar e tomate. A criação pecuária inclui 18,6 milhões de bovinos, 1,9 milhão de suínos, 49,5 mil bubalinos, além de equinos, asininos, ovinos e aves. O estado de Goiás produz também água mineral, amianto, calcário, fosfato, níquel, ouro, cianita, manganês, nióbio e vermiculita (Ministério das Relações Exteriores, 2018). A mineração foi uma atividade preponderante na institucionalização e povoamento do estado de Goiás, bem como dos estados de Minas Gerais e Mato Grosso. Em Goiás, a extração mineral iniciou na década de 1720 com as descobertas de importantes jazidas na porção central de seu território, região de Santa Ana e Meia Ponte, atuais Cidade de Goiás e Pirenópolis. No ano de 2010, Goiás se firmou como o terceiro maior extrator de minérios do país, atrás apenas dos estados de Minas Gerais e Pará. Estudos sobre o setor mineral em Goiás, mostram que houve uma expansão acelerada sendo que na década de 1950, o estado contribuía com apenas 0,5% da produção mineral do país e em 1997, ele passou a ocupar o posto de quarto maior produtor do país, atrás somente dos estados de Minas Gerais, Pará e São Paulo (CARDOSO JÚNIOR, LUNAS, 2016).

Diante de tudo que foi abordado e devido à importância das reservas minerais para a economia do estado de Goiás e também da importância dos metais no nosso dia a dia, foi proposta uma sequência didática como material de apoio baseada no tema metais. O produto desenvolvido consiste em uma sequência didática baseada na abordagem CTSA. O material preliminar foi aplicado em duas turmas de ensino médio de uma escola estadual de Itumbiara-GO. Posteriormente este material foi aprimorado, caracterizando o produto final apresentado neste trabalho.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi elaborar e avaliar a potencialidade de uma sequência de ensino como recurso didático sobre o tema metais.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Elaborar atividades que envolvessem a utilização de diferentes recursos didáticos sobre o tema metais.
- Organizar as atividades elaboradas em uma sequência didática para o ensino médio.
- Avaliar a potencialidade da sequência de didática elaborada por meio da sua aplicação em turmas da primeira série do ensino médio de uma escola estadual da cidade de Itumbiara-GO.
- Readequar a sequência didática aplicada, de forma a transformá-la no produto final desta dissertação, ou seja, um material de apoio para o professor ensinar o tema metais para alunos do Ensino Médio de maneira lógica e contextualizada.

## 2 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada por meio de uma abordagem qualitativa, sendo os resultados obtidos por meio de observações, impressões e interpretações realizadas pelo professor-pesquisador e por meio da análise de respostas dos alunos a algumas questões orais e escritas. De acordo com Bogdan e Biklen (1994 apud Stuart e Marcondes, 2009), na pesquisa qualitativa, o ambiente natural é a fonte direta de dados e o pesquisador (neste caso, o próprio professor) se insere na sala de aula e procura elucidar questões educativas, tornando-se o principal instrumento da pesquisa, sendo que os resultados obtidos são guiados por suas concepções, sensações e interpretações. Além disso, ainda de acordo com Bogdan e Biklen (1994 apud Stuart e Marcondes, 2009), a pesquisa qualitativa envolve um contato direto entre o pesquisador (neste caso o professor) e o sujeito da pesquisa (aluno).

A pesquisa foi desenvolvida visando a elaboração de atividades que, posteriormente, integraram uma sequência de ensino aplicada em duas turmas de primeira série do ensino médio de um colégio estadual, situado na cidade de Itumbiara-GO, onde o professor-pesquisador trabalha. Buscou-se desenvolver uma sequência de ensino que contemplasse atividades lúdicas e que se baseasse na SD e na abordagem CTSA. O tema “metais” foi escolhido por possibilitar que conteúdos contemplados no Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás (ESTADO DE GOIÁS, 2018), nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) e na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) pudessem ser abordados na primeira série do ensino médio. Dentre os conteúdos encontrados nestes documentos, que podem ser trabalhados a partir do material proposto encontram-se: o conceito de átomo e elementos químicos, a tabela periódica, o número atômico, a massa atômica, o raio atômico, a densidade, o número de oxidação, etc. A realidade socio-econômica-política-ambiental de Goiás, estado em que se localiza a escola onde este projeto foi desenvolvido, também foi determinante para a escolha do tema. A mineração foi uma atividade preponderante na institucionalização e povoamento do estado de Goiás, por isso um dos assuntos abordados na atividade proposta, indo ao encontro da contextualização dos conceitos de química apontada como necessária nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002). A partir do tema mineração, também pode-se abordar um outro assunto bastante relevante e importante nos dias atuais: a reciclagem. O trabalho foi desenvolvido na disciplina intitulada “Tópicos de Química” que conta com uma aula semanal. Esta disciplina faz parte do núcleo eletivo da Matriz Curricular do Estado de Goiás criada para trabalhar a química no cotidiano, podendo ou não ser trabalhada em conformidade com a disciplina curricular tradicional de química. As disciplinas do núcleo

eletivo são consideradas um caminho de diversificação das experiências escolares com objetivo de aprofundar, enriquecer e ampliar os estudos relativos às áreas de conhecimento contempladas na base nacional comum. As disciplinas do núcleo eletivo estão presentes na matriz curricular das unidades escolares pertencentes à Secretaria de Estado de Educação do Estado de Goiás (SEDUC), sendo elas disciplinas obrigatórias que não são avaliadas de acordo com os critérios utilizados pelas unidades escolares. Nestas disciplinas, procura-se trabalhar temas transversais, não sendo necessário seguir os conteúdos curriculares. Além da disciplina Tópicos de Química, existem as disciplinas Tópicos de Língua Portuguesa, de Física, de Biologia, de História e de Geografia. Ao longo da pesquisa, solicitou-se aos alunos que respondessem por escrito algumas perguntas com a finalidade de verificar se a aprendizagem dos conteúdos trabalhados ocorreu da maneira esperada além de avaliar a opinião dos alunos acerca das atividades realizadas. Embora os questionários sejam uma forma de coleta de dados, neste trabalho o principal método empregado para esta finalidade foi a observação. Em alguns momentos do tratamento de dados, as respostas dos alunos foram classificadas como respostas satisfatórias (RS), respostas parcialmente satisfatórias (RPS) e respostas insatisfatórias (RI), com base em uma resposta pré-estabelecida pelo autor deste trabalho como resposta esperada.

### 3.1 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

As atividades propostas nesta dissertação foram realizadas em um colégio pertencente à Secretaria de Estado de Educação do Estado de Goiás (SEDUC-GO), no segundo semestre de 2018.

#### **3.1.1 Caracterização do ambiente escolar e dos sujeitos de pesquisa**

As atividades propostas nesta dissertação foram realizadas em um colégio público estadual da cidade de Itumbiara. Em 2018, o colégio em que esta pesquisa foi realizada iniciou suas atividades em três turnos (matutino, vespertino e noturno), com 42 turmas distribuídas da seguinte maneira: 18 turmas na unidade escolar (5 turmas dos anos finais do ensino fundamental; sendo uma do sexto, uma do sétimo, uma do oitavo e duas do nono ano; 7 turmas de ensino médio, sendo 4 turmas do novo ensino médio noturno, 2 de Educação de Jovens e Adultos, EJA 2ª etapa); 16 turmas na extensão Unidade Prisional de Itumbiara (atendendo a modalidade EJA 1ª, 2ª e 3ª etapas) e ainda 8 turmas na extensão Centro de Atendimento

Socioeducativo - CASE (atendendo a modalidade EJA 1ª, 2ª e 3ª etapas). A Unidade Prisional é localizada na zona rural de Itumbiara, a cerca de 17 km da unidade escolar; já a CASE, está situada em outro bairro da cidade. O referido colégio localiza-se no bairro Vila Vitória I, possui 10 salas de aulas climatizadas, 1 biblioteca, 1 laboratório de ciências, 1 sala de mídias, 1 sala de professores, 1 secretaria, 1 sala da direção, 1 sala de coordenação e 1 cozinha, entretanto não possui quadra poliesportiva. Cabe destacar, também, que a escola está apta para o atendimento de pessoas com todo tipo de deficiência, visto que a Secretaria de Educação disponibiliza professores de apoio à inclusão e professores intérpretes de língua brasileira de sinais (LIBRAS). Estes profissionais, além de auxiliarem os alunos com deficiência, fazem um levantamento da sua capacidade de aprendizagem, procurando auxiliar os professores no planejamento de suas atividades. Todas as salas de aula possuem conjuntos de mesas e cadeiras para alunos e professor, além de quadro branco em condições razoáveis de utilização. A biblioteca possui um acervo com aproximadamente 4000 livros e conta com espaço suficiente para atender uma turma de alunos. O laboratório de ciências ainda está aquém do desejável, pois não possui todos os materiais e reagentes necessários para a realização de experimentos básicos, o que não caracteriza como um empecilho para a sua utilização, sendo inclusive muito utilizado. No período noturno, o colégio atende alunos de vários bairros vizinhos e alguns de locais mais distantes, já que a escola possui a única turma de 3ª série do ensino médio da cidade nesse turno. A maioria dos alunos são de famílias em que os pais são separados, convivendo com avós, tios ou outros responsáveis; a maioria constituída por pessoas com pouca instrução, com renda extremamente baixa e apresentando grandes dificuldades financeiras; a maior parte dos alunos, principalmente adolescentes e jovens, possuem poucas perspectivas de vida, não tendo acesso ao saber universalizado, convivendo com poucas estruturas de acesso ao conhecimento fora da escola; as famílias, em geral, pertencem à classe média baixa, sendo que os alunos não possuem acesso ao lazer nem acompanhamento familiar constante nas tarefas escolares.

Os sujeitos da pesquisa foram alunos de duas turmas da 1ª série do ensino médio do período matutino do colégio descrito, as quais denominaremos turma A e turma B. O trabalho foi desenvolvido na disciplina Tópicos de Química, ministrada em 2018 pelo professor-pesquisador deste trabalho. É importante ressaltar que, neste período, a disciplina de Química para estas turmas não era ministrada pelo professor-pesquisador deste trabalho e que não foi possível realizar um trabalho conjunto com o professor ministrante desta disciplina.

### 3.1.2 Sequência de Ensino

O projeto teve início no segundo semestre de 2018, iniciando-se com uma reunião entre professor-pesquisador, o gestor da unidade escolar e o coordenador pedagógico, a fim de definir a execução do mesmo. Naquele momento, o gestor aprovou o desenvolvimento do projeto, assinando o termo de autorização (Apêndice 1). Na primeira aula do segundo semestre, nas turmas A e B, foi apresentado o projeto aos educandos, descrevendo as atividades que seriam realizadas. Em seguida, foi distribuído aos educandos os termos de consentimento livre e esclarecido, TCLE (Apêndice 2), para que seus responsáveis lessem e assinassem, caso consentissem na utilização dos dados obtidos na pesquisa. Todos os alunos das duas turmas participaram das atividades, todavia somente foram utilizados os dados daqueles que os responsáveis assinaram a autorização. A turma A contava com 23 alunos e a turma B com 24, totalizando 47 alunos. O TCLE foi entregue por 10 alunos da turma A e 7 da turma B; os dados de cada turma foram tratados de forma isolada. A turma A apresentava duas alunas com deficiência, sendo uma surda e outra com deficiência auditiva, que eram assistidas por uma professora intérprete de LIBRAS. Na última aula solicitou-se aos alunos que respondessem algumas questões para avaliar a sequência de atividades realizada (Apêndice 4).

No quadro 1 é apresentado um cronograma das atividades propostas e realizadas.

Quadro 1 – Cronograma das atividades propostas.

<b>Atividade</b>	<b>Aula</b>	<b>Título da atividade</b>	<b>Proposta</b>
1	1 e 2	O que os objetos/produtos das imagens têm em comum?	Dinâmica de grupo em que os educandos teriam que descrever da maneira mais detalhada possível os objetos/produtos para seus colegas e no final da atividade responder o que eles tinham em comum.
2	3 e 4	Como estão organizados os elementos químicos na tabela periódica?	Dinâmica de grupo em que os educandos, teriam que compreender a organização dos elementos na tabela periódica, e a classificação dos elementos em grupos, períodos e blocos.
3	5 e 6	Este metal é pesado?	Nesta atividade foi proposto um experimento para determinar a densidade de alguns objetos metálicos.
4	7 e 8	De onde vem os metais?	Nesta aula realizou-se uma discussão sobre a origem dos metais, com foco no metal alumínio, com base na história em quadrinhos “Wandeca e o que sai da mina: a aventura com o Alumínio” (Centro de Tecnologia Mineral - BRASIL, 2006) e do vídeo: “Como é fabricado o alumínio?” (2018).
5	9 e 10	Como são recicladas as latinhas de alumínio?	Nesta aula realizou-se uma discussão sobre a reciclagem do alumínio tendo como ponto de partida o vídeo “Como funciona a reciclagem das latinhas de alumínio?” (2016).

Fonte: Do autor (2018).

### 3.1.3 Descrição das atividades propostas

O material de apoio, que caracteriza o produto final deste trabalho, corresponde a um aprimoramento das atividades com relação à forma como as mesmas foram realizadas com as turmas A e B. A seguir apresentamos uma breve apresentação das atividades da forma como elas foram aplicadas inicialmente ressaltando-se as modificações realizadas para a confecção do produto final.








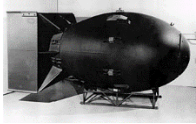
#### 3.1.3.1 Atividade 1: O que os objetos/produtos das imagens têm em comum?


Para esta primeira atividade, foram selecionadas e impressas imagens de objetos/produtos contendo em sua composição elementos metálicos. As imagens tinham o tamanho de metade de uma folha A4. Na outra metade, foram impressos os nomes dos principais elementos metálicos que constituíam o objeto/produto da imagem correspondente. Inicialmente, os educandos foram dispostos em um semicírculo, onde foi entregue a cada um, de maneira aleatória, as imagens dos objetos/produtos (quadro 2). Em seguida, os educandos com as imagens dos objetos/produtos foram orientados a descreverem as mesmas da maneira mais detalhada possível. Após a apresentação de todas as imagens, foi lançada a seguinte pergunta aos educandos: O que os objetos/produtos das imagens têm em comum? Nesse momento, o professor mediou uma discussão entre os mesmos, tentando direcioná-los até a resposta esperada: “os objetos/produtos apresentam metais em sua composição”. Para finalizar, os alunos receberam as folhas onde se encontravam os nomes dos elementos metálicos constituintes de cada objeto e seus respectivos símbolos químicos. O professor pôde explicar o que é um metal e as formas em que ele está presente em objetos e produtos do cotidiano (metálica e catiônica). Essa atividade foi o ponto de partida para apresentar a organização dos elementos químicos, em especial dos elementos metálicos presentes na tabela periódica.





Quadro 2 – Imagens dos objetos/produtos selecionados inicialmente para a atividade 1.

Objeto/Produto	Elemento químico metálico constituinte e símbolo	Fontes das imagens
	Sódio – Na	<a href="https://savegnago.vteximg.com.br/arquivos/ids/264225-1000-1000/figura-1frente.jpg?v=636131651587600000">https://savegnago.vteximg.com.br/arquivos/ids/264225-1000-1000/figura-1frente.jpg?v=636131651587600000</a> . Acesso em 15 jun. 2018.
	Potássio – K	<a href="https://static.carrefour.com.br/medias/sys_master/images/images/hbc/h0b/h00/h00/11888253632542.jpg">https://static.carrefour.com.br/medias/sys_master/images/images/hbc/h0b/h00/h00/11888253632542.jpg</a> . Acesso em: 12 jun. 2018.
	Césio – Cs	<a href="http://radiologia.blog.br/images/evolucao-tecnologica-radioterapia.jpg">http://radiologia.blog.br/images/evolucao-tecnologica-radioterapia.jpg</a> . Acesso em 12 jun. 2018.
	Magnésio - Mg	<a href="https://portalbr.akamaized.net/brasil/uploads/2018/04/27125204/shutterstock_407297545.jpg">https://portalbr.akamaized.net/brasil/uploads/2018/04/27125204/shutterstock_407297545.jpg</a> . Acesso em 12 jun. 2018.
	Cálcio – Ca	<a href="https://www.mdig.com.br/imagens/ciencia/esqueleto_humano.jpg">https://www.mdig.com.br/imagens/ciencia/esqueleto_humano.jpg</a> . Acesso em 12 jun. 2018.
	Estrôncio - Sr	<a href="https://cdn-bifarma3.stoom.com.br/fotos/x42051.jpg.pagespeed.ic.oIohPvh32-.webp">https://cdn-bifarma3.stoom.com.br/fotos/x42051.jpg.pagespeed.ic.oIohPvh32-.webp</a> . Acesso em: 12 jun. 2018.
	Titânio - Ti	<a href="http://www.drcouto.com.br/wp-content/uploads/2016/07/implantes-dentarios.jpg">http://www.drcouto.com.br/wp-content/uploads/2016/07/implantes-dentarios.jpg</a> . Acesso em 05 set. 2019.
	Cromo - Cr	<a href="https://sundownvitaminas.com.br/loja/wp-content/uploads/2018/11/Picolinato-de-Cromo-c90.png">https://sundownvitaminas.com.br/loja/wp-content/uploads/2018/11/Picolinato-de-Cromo-c90.png</a> . Acesso em 06 jun.2018.

	<p>Ferro – Fe</p>	<p><a href="https://www.google.com.br/search?q=panela+de+ferro&amp;tbs=vw:l,ss:44&amp;tbm=shop&amp;sxsrf=ACYBGNT5XIVqKIDGEe6agxjseNphqOcY5g:1573561832351&amp;ei=6KXKXYyWFcLA50UP9_iG-Ag&amp;start=20&amp;sa=N&amp;ved=0ahUKEwiMqrLQ1uTIAhVCILkGHXe8AY8Q8tMDCPoD&amp;biw=1366&amp;bih=657#spd=3755148963640393004">https://www.google.com.br/search?q=panela+de+ferro&amp;tbs=vw:l,ss:44&amp;tbm=shop&amp;sxsrf=ACYBGNT5XIVqKIDGEe6agxjseNphqOcY5g:1573561832351&amp;ei=6KXKXYyWFcLA50UP9_iG-Ag&amp;start=20&amp;sa=N&amp;ved=0ahUKEwiMqrLQ1uTIAhVCILkGHXe8AY8Q8tMDCPoD&amp;biw=1366&amp;bih=657#spd=3755148963640393004</a>. Acesso em 06 jun.2018.</p>
	<p>Platina - Pt</p>	<p><a href="https://www.quimlab.com.br/guiados-elementos/platina/platina3.jpg">https://www.quimlab.com.br/guiados-elementos/platina/platina3.jpg</a>. Acesso em: 12 jun. 2018.</p>
	<p>Tungstênio - W</p>	<p><a href="http://www.abilumi.org.br/wp-content/uploads/2017/02/abilumi-fim-de-lampada-incandescente.jpg?fbclid=IwAR2yhZrMYv1GyR8cdjAPrW4i7xktX03P8WZ4vnHm1Xuy4-Y-3BXXgZrEyEo">http://www.abilumi.org.br/wp-content/uploads/2017/02/abilumi-fim-de-lampada-incandescente.jpg?fbclid=IwAR2yhZrMYv1GyR8cdjAPrW4i7xktX03P8WZ4vnHm1Xuy4-Y-3BXXgZrEyEo</a>. Acesso em: 12 jun. 2018.</p>
	<p>Alumínio - Al</p>	<p><a href="https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/7b2667a52997f4fff51a922e83528b15.jpg">https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/7b2667a52997f4fff51a922e83528b15.jpg</a>. Acesso em: 12 jun. 2018</p>
	<p>Cobre – Cu</p>	<p><a href="https://cdn.awsli.com.br/600x1000/166/166463/produto/28285710/a3cf750b29.jpg">https://cdn.awsli.com.br/600x1000/166/166463/produto/28285710/a3cf750b29.jpg</a>. Acesso em 12 jun. 2018</p>
	<p>Cobalto - Co</p>	<p><a href="https://m.media-amazon.com/images/I/51GVQZXTp3L_AC_UY218_.jpg">https://m.media-amazon.com/images/I/51GVQZXTp3L_AC_UY218_.jpg</a>. Acesso em: 12 jun. 2018</p>
	<p>Alumínio - Al</p>	<p><a href="https://cdn-bifarma3.stoom.com.br/fotos/x374934.jpg.pagespeed.ic.rgC1JJHYOf.webp">https://cdn-bifarma3.stoom.com.br/fotos/x374934.jpg.pagespeed.ic.rgC1JJHYOf.webp</a>. Acesso em 12 jun. 2018.</p>
	<p>Plutônio - Pu</p>	<p><a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c2/Fat_man.jpg/300px-Fat_man.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c2/Fat_man.jpg/300px-Fat_man.jpg</a>. Acesso em: 15 jun. 2018.</p>

	<p>Urânio – U</p>	<p><a href="https://www.google.com.br/search?xsrf=ACYBGNQbqkT0oKhzhM2ToZp7vJfAziAIAA:1573564182397&amp;q=imagens+usina+nuclear+antigas&amp;tbnisch&amp;source=univ&amp;sa=X&amp;ved=2ahUKEwi31f2w3-TIAhWIK7kGHTYrDq8Q7Al6BAgJECQ&amp;biw=1366&amp;bih=657">https://www.google.com.br/search?xsrf=ACYBGNQbqkT0oKhzhM2ToZp7vJfAziAIAA:1573564182397&amp;q=imagens+usina+nuclear+antigas&amp;tbnisch&amp;source=univ&amp;sa=X&amp;ved=2ahUKEwi31f2w3-TIAhWIK7kGHTYrDq8Q7Al6BAgJECQ&amp;biw=1366&amp;bih=657</a>. Acesso em: 15 jun. 2018.</p>
	<p>Cobre – Cu</p>	<p><a href="https://cdn-statics.engenhariae.com.br/wp-content/uploads/2017/03/moedas-10-centavos-compressed-696x464.jpg">https://cdn-statics.engenhariae.com.br/wp-content/uploads/2017/03/moedas-10-centavos-compressed-696x464.jpg</a>. Acesso em 13 jun. 2018.</p>
	<p>Chumbo - Pb</p>	<p><a href="https://static.mundoeducacao.bol.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo/imagens/bateria-de-chumbo-acido.jpg">https://static.mundoeducacao.bol.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo/imagens/bateria-de-chumbo-acido.jpg</a>. Acesso em 13 jun. 2018.</p>
	<p>Lantânio - La</p>	<p><a href="http://www.quimlab.com.br/guiaelementos/lantano/lantano93.jpg">http://www.quimlab.com.br/guiaelementos/lantano/lantano93.jpg</a>. Acesso em 13 jun. 2018.</p>
	<p>Prata – Ag</p>	<p><a href="https://www.revistafatorbrasil.com.br/imagens/fotos2/lentes_transitions">https://www.revistafatorbrasil.com.br/imagens/fotos2/lentes_transitions</a>. Acesso em: 13 jun. 2018.</p>
	<p>Ouro – Au</p>	<p><a href="https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-904819285-alianca-ouro-18k-4-gramas-6mm-brilhantes-unidade-JM">https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-904819285-alianca-ouro-18k-4-gramas-6mm-brilhantes-unidade-JM</a>. Acesso em 13 set. 2019. Acesso em: 13 jun. 2018.</p>
	<p>Mercúrio - Hg</p>	<p><a href="https://recilux.files.wordpress.com/2015/02/lampadas-fluorescentes.jpg">https://recilux.files.wordpress.com/2015/02/lampadas-fluorescentes.jpg</a>. Acesso em: 13 jun. 2018.</p>
	<p>Estanho - Sn</p>	<p><a href="https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_622708-MLB29452613233_022019-V.jpg">https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_622708-MLB29452613233_022019-V.jpg</a>. Acesso em: 13 jun. 2018.</p>

	Zinco – Zn	<a href="https://www.tuasaude.com/minancora/">https://www.tuasaude.com/minancora/</a> Acesso em 13 jun. 2018.
	Paládio - Pd	<a href="http://www.paladiosimara.com.br/">http://www.paladiosimara.com.br/</a> Acesso em 13 jun. 2019.

Fonte: Do autor (2018).

No material de apoio ao professor produzido a partir deste trabalho (Apêndice 4), algumas figuras foram substituídas por outras: algumas por terem sido consideradas inadequadas para alunos de ensino médio (algemas), outras por não sabermos exatamente a forma em que o metal se encontra no produto (castanhas e copos azuis), outras foram substituídas por objetos mais próximos aos alunos (busto de bronze) e outras simplesmente por imagens com melhor resolução.

### 3.1.3.2 Atividade: Como estão organizados os elementos químicos na tabela periódica?

O objetivo desta atividade foi discutir a organização da tabela periódica em grupos e períodos, dando ênfase para os elementos metálicos presentes nos objetos/produtos da atividade 1. Para isso foi confeccionado um banner contendo a tabela periódica em 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” (GRAY, 2011). Neste formato, em cada quadrado da tabela periódica foi colocado somente o número atômico (Z) do elemento químico correspondente, de acordo com a figura 1. As cores dos elementos foram baseadas na apresentada no livro mencionado anteriormente, mas optamos por modificar no produto final, colocando cada bloco metálico de uma cor e deixando todos os elementos não metálicos na cor cinza.





Figura 2 – Imagem da tabela periódica no banner com os cubos sobre a mesma.



Fonte: Do autor (2018).

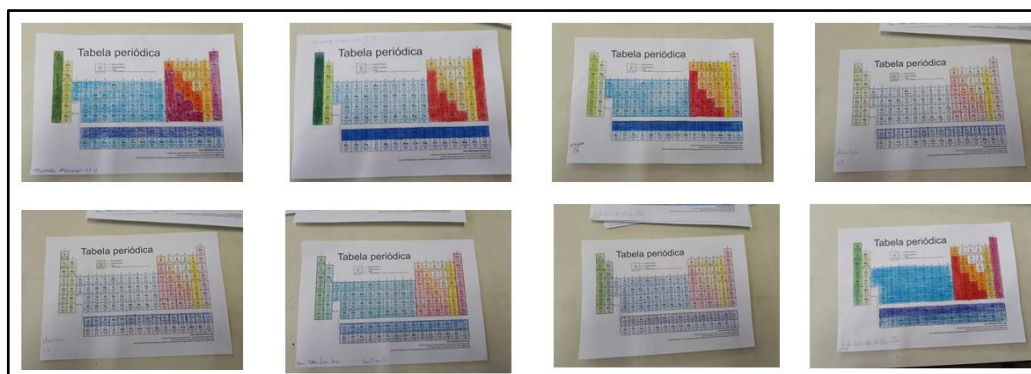
Nesta atividade foram tratados de maneira lógica os conceitos apresentados nas faces dos cubos. A densidade foi o último parâmetro a ser abordado pois ela seria abordada experimentalmente na atividade 3.

O professor-pesquisador optou por utilizar o ambiente externo à sala de aula de forma a sair um pouco da rotina de aulas. Assim, o banner pôde ser colocado em uma mesa no pátio da escola para que os cubos fossem então colocados sobre ele.

Ao final da atividade 2, os educandos receberam uma tabela periódica oficial da União Internacional da Química Pura e Aplicada, cuja sigla em inglês é IUPAC, para que eles pudessem colorir com cores semelhantes ao da tabela periódica do banner (figura 3), uma forma de ajuda-los na fixação dos blocos da tabela.

Com esta atividade, esperava-se que os alunos compreendessem de maneira lógica a tabela periódica e pudessem utilizá-la de forma mais consciente nas atividades de química do dia-a-dia.

Figura 3 – Tabelas periódicas pintadas pelos alunos.



Fonte: Do autor (2018).

### 3.1.3.3 Atividade 3: Este metal é pesado?

Nesta atividade, foram apresentadas as diversas definições para metais pesados, enfatizando aquelas baseadas nos parâmetros apresentados aos alunos na atividade 2, ou seja, número atômico, número de massa e densidade. Isso serviu para contextualizar a utilização dos parâmetros aprendidos na aula anterior. Posteriormente foi realizada uma abordagem sobre a densidade, caracterizando-a como uma propriedade intensiva e explicando como ela pode ser calculada para sólidos metálicos com formas regulares, determinando-se a massa do sólido com o auxílio de uma balança e o volume com o auxílio de instrumentos como paquímetro e micrômetro. Neste momento, apresentou-se a problemática de se determinar o volume de sólidos irregulares e propôs a realização do experimento para determinar a densidade de sólidos com formas irregulares. Na figura 4 são apresentados os materiais e objetos utilizados no experimento. Os objetos selecionados foram do cotidiano e basicamente o experimento consistiu em determinar o volume do sólido por meio da variação de volume provocada por ele quando introduzido na água contida em uma proveta. Para tornar a atividade mais interessante para os alunos, eles foram convidados a participar da execução do mesmo como pode ser observado na figura 5.

Figura 4 – Materiais utilizados para a determinação da densidade de objetos metálicos.



Fonte: Do autor (2019).

Figura 5 – Alunos realizando o experimento para a determinação da densidade dos objetos metálicos com forma irregular.



Fonte: Do autor (2018).



#### 3.1.3.4 Atividade 4: De onde vem os metais?

Para a atividade 4 utilizou-se a história em quadrinhos “Wandeca e o que sai da Mina: a aventura com o Alumínio”, produzido pelo Centro de Tecnologia Mineral (Centro de Tecnologia Mineral - BRASIL, 2006). A história é referente a extração da bauxita, matéria prima para produção do alumínio, e apresenta desde a exploração do minério na mina até a produção final do alumínio.

Como sabemos que os alunos não se interessam pela leitura, realizou-se na aula a leitura da história, que foi projetada na lousa. Para tornar a leitura mais agradável para os educandos, alguns destes encarnaram os personagens da história. À medida que a história ia sendo lida, o professor ia destacando conteúdos de química importantes e pertinentes à primeira série do ensino médio. (figura 6).

Figura 6 – Apresentação da história em quadrinhos.



Fonte: Do autor (2018).

Posteriormente, para finalizar a atividade, apresentou-se o vídeo do “Manual do Mundo” da série Boravê intitulado “Como é fabricado o alumínio?” (2018) e complementou-se a discussão.

### 3.1.3.5 Atividade 5: Como são recicladas as latinhas de alumínio

Para o encerramento do projeto, foi apresentado aos alunos um outro vídeo do “Manual do Mundo” da série Boravê, intitulado “Como funciona a reciclagem das latinhas de alumínio?” (2016). Após a apresentação do vídeo, o professor discutiu com os alunos algumas questões relacionadas à química, bem como a questão social e ambiental relacionada à reciclagem das latinhas de alumínio e a importância da coleta seletiva para o meio ambiente. Essa questão foi relacionada à existência de cooperativas de catadores de recicláveis na cidade de Itumbiara.

Ao final desta atividade, os educandos responderam um questionário (Apêndice 3) constituído por cinco questões que objetivavam verificar os conceitos aprendidos nas atividades 4 e 5 bem como a opinião dos alunos sobre a sequência de atividades realizadas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentadas as observações realizadas pelo professor pesquisador durante a aplicação da sequência didática proposta nas duas turmas de primeira série de ensino médio, destacando as potencialidades do material produzido. Além das observações do professor pesquisador serão consideradas nas discussões apenas as respostas escritas dos alunos que entregaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) devidamente preenchido e assinado pelo responsável.

### 4.1 RESULTADOS DA ATIVIDADE 1

Para essa primeira atividade pensou-se na realização de uma dinâmica de grupo porque acreditou-se que a cooperação entre os alunos seria mais interessante para uma primeira atividade do que uma competição entre eles. Assim, não haveriam vencedores e perdedores ao final da atividade, o que frequentemente ocorre nos jogos. Também foi considerado que uma dinâmica seria mais apropriada para abrir a sequência de atividades propostas uma vez que, com base no conhecimento que o professor-pesquisador tinha das turmas, esperava-se que os alunos apresentariam certa resistência para participarem das atividades, uma vez que observava-

se que a maioria dos alunos era desmotivada e mostrava desinteresse pela disciplina de Química.

Os conteúdos abordados com a sequência de ensino proposta já haviam sido trabalhados na disciplina de Química, ministrada por outro professor. Neste momento pensou-se em trabalhar de maneira mais contextualizada e próxima à realidade do aluno, tentando estabelecer uma relação entre o conhecimento da sala de aula e o conhecimento do cotidiano do aluno. Por esse motivo, para esta primeira atividade, pensou-se em selecionar imagens de objetos que contivessem metais (na forma metálica ou catiônica) na sua composição e questionar os alunos sobre o que os objetos/produtos das imagens tinham em comum.

Outra característica que procurou-se conferir às atividades propostas, iniciando por esta primeira atividade, foi o apelo visual. Isso foi realizado considerando que na turma A haviam duas alunas deficientes auditivas que eram acompanhadas por uma professora intérprete da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Entendemos a experiência visual como sendo importante para a aprendizagem de estudantes com esse tipo de deficiência e consideramos que essa experiência também pode facilitar o trabalho da intérprete de LIBRAS, uma vez que esta muitas vezes não tem conhecimento de química.

Na atividade 1, esperava-se que os educandos conseguissem responder à pergunta tema da atividade: “*O que esses objetos/produtos têm em comum?*”. Cada educando mostrou a imagem do objeto/produto que recebeu para seus colegas e procurou descrevê-la. Nos quadros 3 e 4 são apresentadas as respostas obtidas pelos alunos das turmas A e B, respectivamente. As respostas apresentadas nos quadros 3 e 4 foram resultantes das observações e anotações realizadas pelo professor durante e após a realização da atividade 1.

Quadro 3 – Descrição dos objetos/produtos pela Turma A.

<b>Aluno</b>	<b>Objeto</b>	<b>Descrição dos objetos pelos alunos</b>
1	Aliança	Ouro
2	Esqueleto	Dá sustentação ao corpo
3	Creme dental	Utilizada para dentes sensíveis
4	Bateria	Bateria de carro
5	Lâmpada Fluorescente	Utilizada para economizar energia
6	Dente	Implante dentário
7	Lata	Cervejas e refrigerantes
8	Sal	Tempero e que pode causar pressão alta nas pessoas
9	Usina nuclear	Não soube responder
10	Panela	Utilizada para fazer comida

Fonte: Do autor (2018).

Quadro 4 – Descrição das imagens/objetos pela Turma B.

<b>Aluno</b>	<b>Objeto</b>	<b>Descrição dos objetos pelos alunos</b>
1	Castanhas	Alimentação
2	Antiácido	Melhora a queimação do estômago
3	Usina nuclear	Fabricação de bomba
4	Moedas	Dinheiro
5	Baterias	Faz o carro ligar
6	Pomada	Bom para odores
7	Aparelho para radioterapia	Se a pessoa quebra uma perna tira raio x

Fonte: Do autor (2018).

Observa-se que, de forma geral, os alunos conseguiram descrever características das imagens que receberam, embora a descrição tenha sido simplificada. Cabe destacar as repostas dadas pelas duas turmas para a imagem da usina nuclear, sendo que o aluno da turma A não soube responder do que se tratava a imagem e o aluno da turma B associou a usina à bomba atômica. Esta associação entre a usina nuclear e bomba atômica chama a atenção porque ambas fazem uso de elementos radioativos, porém com finalidade diferentes: a primeira para a geração

de energia e a segunda como armamento químico. Essa diferença foi apontada no material de apoio proposto.

No quadro 5, são apresentadas algumas das respostas dadas pelos alunos quando foram questionados acerca do que os objetos/produtos das imagens possuíam em comum. Observa-se que uma resposta, apesar de simplificada, foi considerada satisfatória. As respostas parcialmente satisfatórias não apresentam o termo “*metais*”, mas apresentam o termo “*elemento*” na sua composição.

Quadro 4 – Respostas de alguns alunos para a pergunta: “O que estes objetos/produtos têm em comum?”

<b>Respostas consideradas satisfatórias (RS)</b>	“Metais”
<b>Respostas consideradas parcialmente satisfatórias (RPS)</b>	“Têm elementos químicos.” “São elementos encontrados na natureza.”
<b>Respostas consideradas insatisfatórias (RI)</b>	Não souberam responder.

Fonte: Do autor (2018).

Portanto, o número de alunos que conseguiram responder à pergunta tema de forma satisfatória ou parcialmente satisfatória foi baixo. Apesar disso, os educandos gostaram da dinâmica que foi desenvolvida e, por mais que eles tiveram dificuldade para descrever os objetos e posteriormente responder o que foi perguntado, a dinâmica ocorreu de maneira tranquila e organizada, tornando os alunos mais ativos e participantes no processo de aprendizagem. Essa primeira atividade também possibilitou romper com a resistência dos alunos que, num primeiro momento, mostraram não querer participar da atividade.

As dificuldades enfrentadas na aplicação da atividade 1 deveu-se em parte ao fato de os alunos estarem acostumados a terem aulas no modelo tradicional em que o aluno é menos participativo no processo de ensino-aprendizagem. Outro fator dificultador nesta primeira atividade foi a inexperiência do professor-pesquisador com este tipo de aula, uma vez que ele reconhece que nunca havia ministrado uma aula da maneira como foi proposta. Assim, realizar uma aula como esta envolveu reflexão e mudança de postura por parte do professor-pesquisador.

## 4.2 RESULTADOS DA ATIVIDADE 2

Nesta atividade, pensou-se em utilizar os elementos metálicos da atividade 1 inseridos na tabela periódica. A abordagem da tabela periódica nesta sequência didática foi pensada considerando que geralmente os alunos apresentam grande dificuldade em compreendê-la. Além disso, um outro fator determinante nesta escolha foi o fato de 2019, o ano seguinte à elaboração inicial da sequência didática e de sua aplicação, ter sido declarado como o “Ano Internacional da Tabela Periódica” pela Organização das Nações Unidas (ONU) devido aos 150 anos de sua criação. A tabela periódica traz os elementos organizados em ordem crescente de número atômico, sendo que cada elemento químico é indicado em um quadrado que traz, frequentemente, o símbolo do elemento, seu nome, seu número atômico e sua massa atômica (ou peso atômico). Quando o aluno vê essas informações, muitas vezes se sente perdido, por isso pensamos em escolher algumas características que consideramos importantes para serem abordadas nesta segunda atividade, colocando cada uma em uma face de um cubo. As características escolhidas foram: número atômico, símbolo do elemento químico, número de massa, configuração eletrônica, raio atômico e densidade. Esses cubos foram pensados para serem colocados sobre uma tabela periódica confeccionada em lona que apresentava apenas o número atômico de cada elemento. À medida que as outras informações fossem abordadas e discutidas, os alunos viravam o cubo colocando para cima a face com a característica a ser abordada. Isso permitia aos alunos focarem apenas na característica abordada, além de facilitar, quando necessário, a comparação entre as características dos diferentes elementos químicos para visualizar a tendência de variação de certas propriedades periódicas. Como a questão visual foi um aspecto importante, a cor do cubo do elemento químico era a mesma cor do quadrado indicativo do elemento químico na tabela periódica. No produto final, blocos de metais diferentes foram representados por cores diferentes e os elementos não metálicos foram representados pela cor cinza. Novamente, o recurso didático utilizado foi uma dinâmica de grupo.

Ao expor a tabela para os alunos, estes ficaram curiosos para conhecer como se daria a realização da atividade. A apresentação dos tópicos durante a atividade foi realizada de acordo com a apresentada no material de apoio elaborado para o professor, acreditando-se tratar de uma sequência lógica que resulta na compreensão da tabela e não apenas na memorização das informações que ela fornece.

No material de apoio produzido buscou-se abordar informações que geralmente não são encontradas nos livros didáticos com a origem das letras Z e A utilizadas para designar número

atômico e massa atômica, respectivamente, e também as atuais orientações da IUPAC quanto à classificação dos elementos em grupos designados por números indo arábicos de 1 a 18, substituindo os dois sistemas antigos que utilizavam números romanos e as letras A e B e causavam confusões.

Após o professor realizar a dinâmica proposta na atividade 2, explicando a organização da tabela periódica pela ordem crescente de número atômico, a divisão dos elementos em grupos, períodos e blocos, questionou os alunos sobre como estão organizados os elementos químicos na tabela periódica. Pelas respostas obtidas (quadro 6), observa-se que os alunos apresentaram dificuldades para elaborar respostas mais detalhadas, considerando os conceitos que foram abordados na atividade. As respostas dos alunos que mencionaram o termo “período” (quadro 6) foram consideradas parcialmente satisfatórias. Observa-se, também, em uma das respostas, o termo família (quadro 6), que não é mais utilizado e não foi utilizado na atividade, sendo recomendado atualmente pela IUPAC o termo grupo. Infelizmente, muitos professores ainda empregam o termo família, pois muitos livros didáticos ainda o empregam.

Apesar de poucos alunos terem respondido de forma parcialmente satisfatória à pergunta tema da atividade, de maneira geral eles se envolveram com a atividade, o que não acontecia muito em outras aulas do professor. Cabe mencionar o comentário de uma aluna que afirmou ter compreendido a tabela periódica pela primeira vez. De maneira geral esta atividade fez com que os alunos percebessem que trabalhar com a tabela periódica é mais fácil do que eles imaginavam.

Quadro 5 –Respostas obtidas para a pergunta tema da atividade 2.

<b>Respostas consideradas satisfatórias (RS)</b>	Nenhuma
<b>Respostas consideradas parcialmente satisfatórias (RPS)</b>	“Períodos e Famílias” “Períodos”
<b>Respostas consideradas insatisfatórias (RI)</b>	Não souberam responder

Fonte: Do autor (2018).

### 4.3 RESULTADOS DA ATIVIDADE 3

Dando continuidade à última propriedade explorada na atividade anterior, o objetivo desta atividade foi abordar o conceito de densidade. Os alunos frequentemente possuem apenas o conceito matemático da mesma e geralmente não compreendem o seu significado físico-químico. Para atribuir sentido à abordagem da densidade, inicialmente trabalhou-se com os alunos o conceito de metal pesado. Como apresentado no material de apoio desenvolvido, não há um consenso sobre o conceito de metal pesado, existindo definições baseadas em diferentes parâmetros, dentre eles a densidade. No material de apoio produzido, achamos mais pertinente classificar os metais pesados considerando definições baseadas em número atômico e densidade, parâmetros abordados durante a atividade 2, mas na aula, focou-se principalmente nas definições baseadas em toxicidade e densidade dos metais. Na aula optou-se por falar sobre a toxicidade porque durante as discussões os alunos tinham um conceito inicial de metais pesados. Eles entendiam que o termo metal pesado se referia a metais tóxicos e que, por isso, eles seriam considerados impróprios para o consumo. A partir do exposto por eles, iniciou-se uma discussão sobre a toxicidade de um metal e a dose ingerida e a importância de certos metais para o corpo humano.

A atividade experimental apesar de simples permitiu aos alunos vivenciarem a determinação de um parâmetro que eles frequentemente viam nos livros, mas que não sabiam como era determinado. Essa atividade foi pensada de forma a introduzir os alunos no mundo da experimentação, uma vez muitos dos alunos nunca tinham participado de uma atividade prática, que é tida como um recurso para desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais (GALIAZZI et al., 2001, apud OLIVEIRA, 2010). O desenvolvimento de experimentos, além de possibilitar aulas mais dinâmicas, também desempenha papel importante por motivar os alunos para aprenderem o conteúdo trabalhado (ALMEIDA et al., 2008).

O experimento foi simples, realizado no pátio da escola e, apesar de demonstrativo, contou com a colaboração dos educandos para a sua realização.

Durante as discussões também procurou-se mostrar aos alunos que a densidade é uma propriedade do material. Assim, se tivermos objetos com diferentes formas geométricas constituídos pelo mesmo material, a densidade dos objetos será a mesma, embora a massa e o volume possam ser diferentes. Essa discussão que resulta na classificação da densidade como uma propriedade intensiva e da massa e do volume como propriedades extensivas foi apresentada no material de apoio desenvolvido.



#### 4.4 RESULTADOS DA ATIVIDADE 4

A literatura sempre aponta para a necessidade da compreensão do fazer Ciências sobre aspectos políticos, sociais e econômicos, utilizando práticas de ensino diferenciadas que possibilitem maior envolvimento do aluno, para o que ele possa ser o sujeito da sua história (AULER e DELIZOICOV, 2001; LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ; CARVALHO; PRAIA e VILCHES, 2005; SASSERON; CARVALHO, 2008, apud PIZARRO, 2017). Nesse contexto foram propostas as atividades 4 e 5. Como os assuntos abordados nestas atividades (mineração e reciclagem) são mais próximos da realidade dos alunos, observou-se um maior envolvimento dos mesmos. Em ambas as atividades fez uso de recursos audiovisuais (vídeos).

Durante a leitura da história em quadrinhos “Wandeca e o que sai da mina: uma aventura com o alumínio”, a participação de alguns alunos como personagens da história possibilitou um ambiente agradável de aprendizagem. No decorrer da leitura, o professor fez intervenções para explicar os conceitos e conteúdos químicos que apareceram. Após a leitura, foi solicitado que os alunos respondessem a primeira questão do questionário apresentado no Apêndice 3: O que é o alumínio e onde ele é utilizado? Algumas respostas obtidas são apresentadas no quadro 7. Percebe-se que para esta questão foram obtidas duas respostas classificadas como satisfatórias, o que não havia sido observado nas atividades anteriores.

Quadro 6 – Respostas para a pergunta “O que é o alumínio e onde ele é utilizado?”.

<b>Respostas consideradas satisfatórias (RS)</b>	“Elemento químico muito abundante na crosta terrestre, utilizado na fabricação de copos, panelas.” “É um metal usado em panelas, fabricação do papel “
<b>Respostas consideradas parcialmente satisfatórias (RPS)</b>	“É um metal usado em vários objetos.”
<b>Respostas consideradas insatisfatórias (RI)</b>	“Não sei” “Em muitos lugares”

Fonte: Do autor (2018),

Na sequência, o professor-pesquisador explanou a diferença entre minério e mineral e projetou o vídeo “Como é fabricado o alumínio?”. Após assistirem ao vídeo, os educandos tiveram uma maior noção da importância do alumínio e do seu processo de extração e fabricação de utensílios de metal. Na sequência, os alunos foram solicitados para responder a questão 2 do questionário do Apêndice 3 para verificar se conseguiam identificar o minério e o mineral do qual o alumínio era originado, sendo obtido, em ambos os casos, quase 100% de acerto, ou seja, indicaram a bauxita como minério e a alumina como mineral.

Embora a reciclagem do metal fosse o assunto a ser abordado somente na atividade seguinte, uma discussão foi iniciada pelos alunos no final da atividade sobre o assunto. De modo geral, a participação dos alunos superou a expectativa do professor-pesquisador, inclusive das duas alunas com deficiência auditiva. Isso foi um ponto interessante, uma vez que a utilização de recursos visuais foi pensada considerando principalmente a presença das mesmas nas aulas.

#### 4.5 RESULTADO DA ATIVIDADE 5

Para esta última atividade, os alunos assistiram ao vídeo “Como funciona a reciclagem das latinhas de alumínio?”, que mostrava o processo de reciclagem e a sua importância para o meio ambiente. Neste momento, realizou-se uma discussão sobre a importância social da reciclagem e falou-se um pouco a respeito dos catadores de recicláveis da cidade. Quando indagados acerca da importância da reciclagem do alumínio, as duas respostas que mais chamaram a atenção foram: “Minimizar a emissão de carbono e promover o eficiente uso de recursos naturais.” e “Além de combater a poluição de rios, lagos, das ruas, podemos economizar recursos com a reciclagem do alumínio e ajudar o meio ambiente.” Quando questionados se realizam a coleta seletiva em suas casas, infelizmente constatou-se que a maioria dos educandos não fazem a separação dos materiais para a coleta seletiva, justificando tal ato pelo fato de não ocorrer a coleta na região onde moram. A atividade despertou a consciência ambiental nos alunos e muitos afirmaram que passariam a fiscalizar os pais na hora de descartar as latinhas de alumínio.

Após o encerramento da atividade 5, solicitou-se que os alunos respondessem a última questão do questionário do Apêndice 3, que perguntava o que tinham achado da sequência de aulas realizadas na disciplina Tópicos de Química no segundo semestre e o que ela possuía de diferente das aulas de química que já haviam tido. Algumas das respostas foram: “Achei legal. Aprendi várias coisas.”; “Ela aborda tema de uma maneira diferente da forma tradicional.”; “É

uma boa maneira de fixar um conteúdo e adquirir conhecimento de forma diferente.”; “Achei bem interessante e diferente. É um meio de nos ensinar e foi bem divertida a dinâmica que ele usou.” O professor-pesquisador sentiu-se motivado a continuar introduzindo práticas diferenciadas e contextualizadas em suas aulas para que os alunos tenham cada vez mais interesse pela química e possam aprender de forma significativa os conteúdos abordados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo da pesquisa foi avaliar o potencial de uma sequência didática como recurso pedagógico para a abordagem do tema metais no Ensino Médio. Buscou-se elaborar um material que permitisse uma abordagem lógica dos conteúdos selecionados, bem como uma abordagem contextualizada baseada em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). O produto final deste trabalho foi o resultado de um material produzido e reformulado após ser aplicado pelo professor-pesquisador em duas turmas de primeira série do Ensino Médio para as quais lecionava, em uma escola estadual da cidade de Itumbiara-GO. Buscou-se neste material utilizar atividades com recursos metodológicos diversos (dinâmicas, experimentação, leitura de história em quadrinhos e vídeos), aos quais o professor-pesquisador não fazia o uso em suas aulas.

De maneira geral percebeu-se por meio do relato dos alunos que eles compreenderam melhor conceitos de química que já haviam estudado na disciplina de química tradicional. Eles gostaram da sequência proposta de atividades e mostraram-se participativos nas aulas, o que não acontecia em aulas anteriores do professor-pesquisador. Esse envolvimento dos alunos foi tanto, que acarretou em uma mudança de postura dos mesmos nas aulas de outras disciplinas, o que foi relatado pelos outros professores da escola ao professor-pesquisador. Essa mudança de postura dos alunos foi bastante nítida no decorrer das atividades, pois os mesmos mostraram-se bastante resistentes à participarem da primeira atividade, por ser um tipo de aula ao qual eles não estavam acostumados, mas logo essa resistência foi deixada de lado e transformada em uma conduta participativa que se estendeu pelas outras atividades.

A sequência didática produzida mostrou ser um recurso pedagógico que permite ensinar química aos alunos de forma lógica, prazerosa e contextualizada, contribuindo para que os conteúdos abordados não sejam simplesmente memorizados, mas que façam sentido para os alunos. Nela trouxemos algumas orientações atuais da IUPAC sobre a tabela periódica que ainda não são encontradas em muitos livros didáticos.

No geral, desenvolver este projeto fez o professor-pesquisador repensar a sua carreira docente, pois sair da zona de conforto não foi nada fácil. Foi muito gratificante perceber o brilho no olhar dos alunos logo na primeira atividade e ter um retorno positivo deles. Ficou claro que o papel do professor de ensino médio vai muito além de ensinar. Temos que libertar de nossos alunos o que eles têm de melhor, fazendo com que eles sejam os protagonistas de suas conquistas. Assim, este trabalho motivou o professor-pesquisador a buscar trabalhar mais de forma contextualizada e dinâmica e menos da forma tradicional.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Elba Cristina de; SILVA, Maria de Fátima Caetano da; LIMA, Janaína P.; SILVA, Milca Limeira da; BRAGA, Cláudia de F.; BRASILINO, Maria das Graças Azevedo. **Contextualização do Ensino de Química: Motivando Alunos de Ensino Médio. X Encontro de Extensão. UFPB-PRAC, 2008.**
- AULER, D. e DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, jun. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf> Acesso em: 16 ago. 2019
- 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.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC,2018, Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category\\_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 19 mar. 2019.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2002. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (organizadores). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo, Cortez, 2005.
- CARDOSO JÚNIOR, Hamilton Matos; LUNAS, Divina Aparecida Leonel. Universo da mineração em Goiás: potencial mineral e principais polos de extração. **Conjuntura Econômica Goiana**, n. 39, p. 85-98, dez. 2016.
- CASCAIS, Maria das Graças Alves; TERÁN, Augusto Fachin. Sequências Didáticas nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental: Possibilidade para a Alfabetização Científica. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10-14, Nov. 2013 .

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

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

GOVERNO DE GOIÁS. Secretaria do Estado de Educação. **Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás**. Versão Experimental Disponível em: <<http://www.seduc.go.gov.br/imprensa/documentos/arquivos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%A4ncia/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%A4ncia%20da%20Rede%20Estadual%20e%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20de%20Goi%C3%A1s!.pdf>>. Acesso em: 06 abr.2018.

LORENZETTI, L. e DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, 2001. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/35/66> Acesso em: 16 ago. 2019.

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

HALMENSCHLAGER, Karine Raquel. Abordagem temática no ensino de ciências: Algumas possibilidades. **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI**, v. 7, n. 13, p. 10-21, out. 2011.

HALMENSCHLAGER, Karine Raquel; DELIZOICOV, Demétrio. Abordagem temática no ensino de ciências: Caracterização de propostas destinadas ao Ensino Médio. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 305-330, nov. 2017.

KRASILCHIK, M., MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2a ed. São Paulo: Editora Moderna. 2007, 87p.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **O estado de Goiás**. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/mre000049.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

MUENCHEN, Cristiane; AULER, Décio. Abordagem temática: Desafios na educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 3, set./dez. 2007.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. Acta Scientiae, v. 12, n. 1, jan./jun. 2010. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/laequi/wp-content/uploads/2015/03/contriui%C3%A7%C3%B5es-e-abordagens-de-atividades-experimentais.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirih; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Ver. PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001-jun. 2002. Disponível em: <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000393-74efd75e9b/MEQII-2013-%20TEXTOS%20COMPLEMENTARES-%20AULA%205.pdf>. Acesso em 13 set. 2018.

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas. A história em quadrinhos e sua relação com o ensino de Ciências: aproximações e reflexos nas dez últimas edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS/CTSA e Educação em Ciências**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 3 a 6 jul 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1166-1.pdf>. Acesso em 13 set 2018.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Ensaio - **Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, dez. 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. O ensino de química para formar o cidadão: **principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira**. Dissertação. Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, p. 116, 1992.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHENETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2014.

SCHENETZLER, Roseli Pacheco. **O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de Química de 1875 a 1978: análise do capítulo de reações químicas**. 1980. 138 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

STUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências e Cognição**, v. 14, p. 50-74, 2009. Disponível em: [http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14\\_1/m318318.pdf](http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf). Acesso em 09 abr. 2019.

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



## APÊNDICE 1 - Modelo de Autorização da Direção

Prezado diretor,

Nós iremos desenvolver o projeto de pesquisa **“Uma proposta de sequência didática para a abordagem do tema metais no Ensino de Química”**. Os responsáveis pelo desenvolvimento desse projeto são **Sérgio de Oliveira Freitas (pesquisador/aluno) e Carla Regina Costa (pesquisadora/orientadora)**. O objetivo geral é **desenvolver e aplicar uma sequência de ensino contextualizada, utilizando de diversos recursos didáticos para abordar o tema metais com os alunos do primeiro ano do Ensino Médio**. Para desenvolver esse projeto, nós utilizaremos as próprias aulas do pesquisador nesta instituição, já que se trata de conteúdo previsto no planejamento da escola. O trabalho será realizado no segundo semestre de 2018. Os dados serão coletados a partir do caderno de campo do professor construído a partir das interações com os alunos e também por meio da aplicação de questionários sobre os conteúdos abordados e sobre as atividades realizadas. Nos comprometemos a manter em sigilo a identificação da escola e dos alunos participantes. Nós pretendemos buscar alguns dados da nossa pesquisa e realizar o desenvolvimento da mesma nessa Instituição de Ensino e, para isso, precisamos de sua autorização.

No final da pesquisa nós iremos publicar em revistas de interesse acadêmico e garantimos o sigilo dessa Instituição. O senhor não terá nenhum prejuízo com a pesquisa e com os resultados obtidos pela mesma, assim como não terá nenhum ganho financeiro de nossa parte.

A sua autorização será muito útil para a nossa pesquisa e nos será de grande valia.

Uma via original deste documento ficará com o senhor. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, a senhora poderá entrar em contato com: Sérgio de Oliveira Freitas ou Carla Regina Costa pelo e-mail [sofreitasprofessor@hotmail.com](mailto:sofreitasprofessor@hotmail.com) e/ou [carla.costa@uftm.edu.br](mailto:carla.costa@uftm.edu.br) ou ainda pelos telefones: (64) 9216-5220/ (34) 98420-3517

Eu autorizo o desenvolvimento do projeto citado acima nessa Instituição de Ensino.

---

Gestor da Instituição de Ensino

## APÊNDICE 2 - Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Você (ou o menor sob minha responsabilidade) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “Uma proposta de sequência didática para a abordagem do tema metais no Ensino Química”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Sérgio de Oliveira Freitas e Carla Regina Costa.

Nesta pesquisa nós estamos desenvolvendo e aplicando uma sequência de ensino contextualizada, utilizando de diversos recursos didáticos para abordar o tema metais com os alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverá ser entregue para o pesquisador Sérgio de Oliveira Freitas, durante as atividades que serão realizadas na escola, seguindo as aulas regulares do pesquisador.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar desta pesquisa. Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Ainda assim você participará normalmente das aulas sem nenhum prejuízo à sua formação

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você ou seus responsáveis

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Sérgio de Oliveira Freitas pelo e-mail: [sofreitasprofessor@hotmail.com](mailto:sofreitasprofessor@hotmail.com).

Uberaba, 06 de agosto de 2018

---

Sérgio de Oliveira Freitas

---

Carla Regina Costa

Eu aceito (ou autorizo o menor sob minha responsabilidade) participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

---

Participante da pesquisa ou seu responsável







**APÊNDICE 4 - Produto produzido**

**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

<b>Atividade</b>	<b>Título</b>
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.


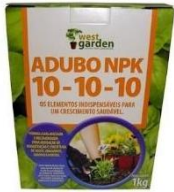


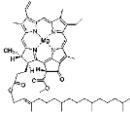



Inicialmente, recomenda-se que os alunos sejam dispostos em um semicírculo e que seja entregue, a cada um, uma imagem de um objeto ou produto constituído por pelo menos um elemento metálico. Recomenda-se que as imagens sejam impressas em metade de uma folha de papel A4 de gramatura igual ou superior a 180 g/m<sup>2</sup> (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.


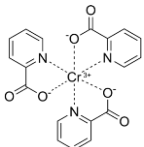







Recomenda-se que os metais selecionados para esta dinâmica incluam representantes dos diversos blocos de elementos metálicos da tabela periódica. Na Tabela 2, apresentamos 24 elementos químicos metálicos representantes dos diversos blocos da tabela periódica selecionados para esta atividade e na Tabela 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/produtos 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 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{CaCO}_3$	2+	Bloco s
6		Sr (Estrôncio)	Iônica $\text{SrCl}_2$	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 <sub>2</sub>	2+	Bloco d
15		Al (Alumínio)	Iônica Al(OH) <sub>3</sub>	3+	Bloco s

16		Pu (Plutônio)	Metálica	0	Bloco f
17		U (Urânio)	Iônica UO <sub>2</sub>	4+	Bloco f
18		Cu (Cobre)	Metálica	0	Bloco d
19		Pb (Chumbo)	Metálica Pb Iônica PbSO <sub>4</sub> PbO <sub>2</sub>	0, 2+, 4+	Bloco p
20		La (Lantânio)	Iônica La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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 ( $\text{CaCO}_3$ ).

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>

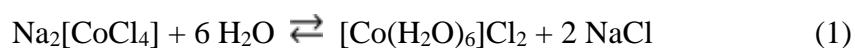
A imagem 11 (Tabela 3) é a de uma lâmpada incandescente cujo filamento é constituído pelo tungstênio. O tungstênio é o metal mais apropriado para ser utilizado como filamento pois apresenta elevado ponto de ebulição ( $5657^{\circ}\text{C}$ ), baixa pressão de vapor e elevada resistência à tensão em temperaturas acima de  $1650^{\circ}\text{C}$ . 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.

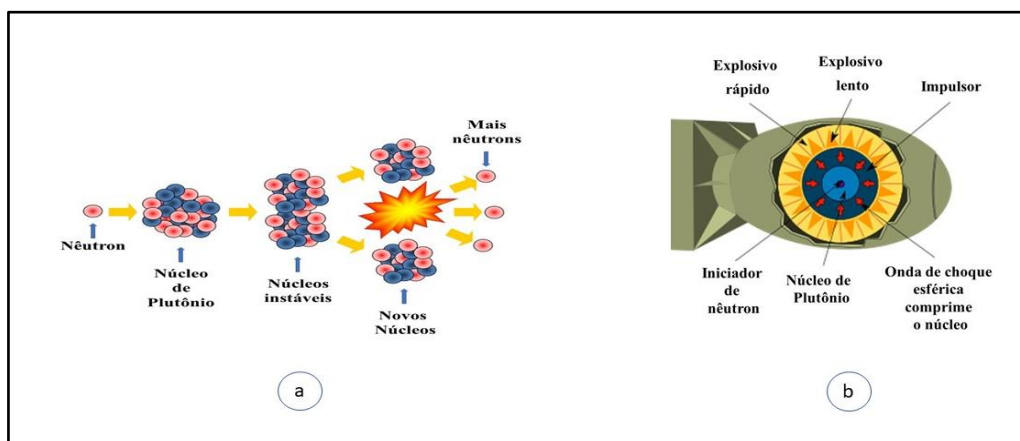
A imagem 14 (Tabela 3) mostra um galinho do tempo, um souvenir típico de Portugal, capaz de indicar as mudanças climáticas. O galinho é feito de gesso coberto com veludo impregnado de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cobalto II (CoCl<sub>2</sub>). Embora tenha-se a presença de dois elementos metálicos, é o cobalto, na forma de Co<sup>2+</sup>, que é responsável pela mudança de cor, atuando como um indicador de umidade do ar. A mistura constituída por NaCl e CoCl<sub>2</sub> origina o sal Na<sub>2</sub>[CoCl<sub>4</sub>], 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 Na<sub>2</sub>[CoCl<sub>4</sub>], 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(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]Cl<sub>2</sub>, 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 ( $\text{HCl}$ ) do estômago e por não ter a sua parte catiônica ( $\text{Al}^{3+}$ ) 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 ( $\text{Pu-239}$ ) 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&exph=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 PbO<sub>2</sub> no catodo. Na Figura 4 são apresentadas as partes que constituem uma bateria de carro automotiva.

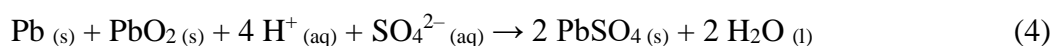
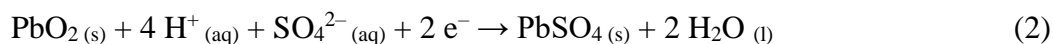
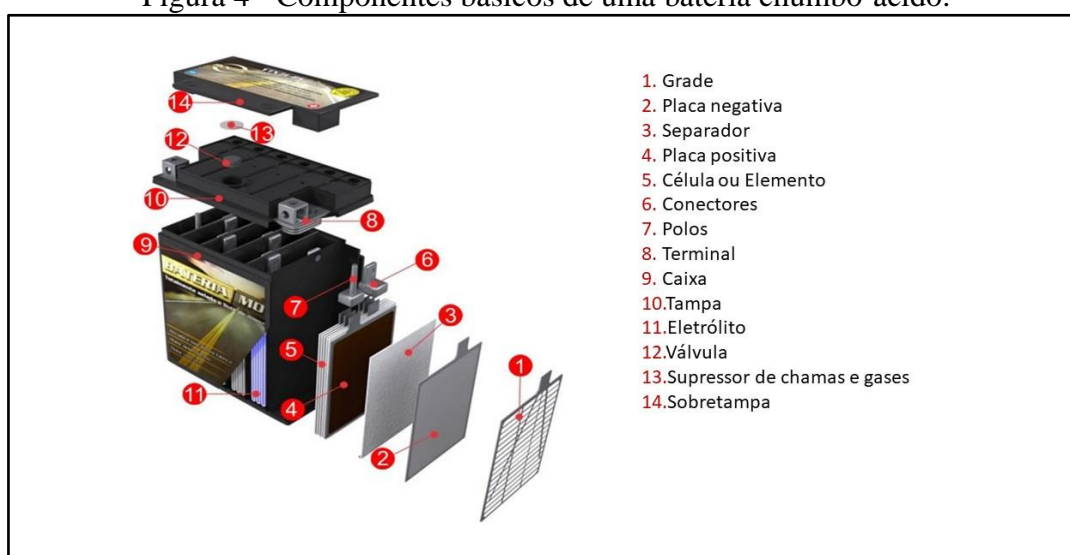


Figura 4 - Componentes básicos de uma bateria chumbo-ácido.

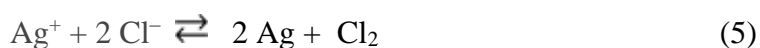


Fonte: Carneiro, *et al.* (2017)

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 (La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Este óxido é usado na produção de vidros ópticos especiais por possibilitar o aumento de suas resistências. Além disso, os vidros contendo La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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<sup>+</sup>), provavelmente na forma do sal solúvel cloreto de cobre (CuCl). Quando não há radiação UV incidente sobre a lente, a

prata encontra-se como  $\text{Ag}^+$  e, portanto, a lente encontra-se clara. Quando radiação UV incide sobre a lente,  $\text{Ag}^+$  reage com  $\text{Cl}^-$ , por meio de uma reação de oxirredução (equação 5), formando prata metálica (Ag) que confere coloração escura à lente. O  $\text{Cu}^+$  tem o papel de reduzir o  $\text{Cl}_2$  a  $\text{Cl}^-$ , de acordo com a equação 6. Quando a pessoa entra em um ambiente fechado, sem a radiação do sol, os íons cobre II ( $\text{Cu}^{2+}$ ) reagem com a prata metálica, responsável pelo escurecimento da lente, oxidando-a a  $\text{Ag}^+$ , 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](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](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](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](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=IwAR2yhZrMYvlGyR8cdjAPrW4i7xktX03P8WZ4vnHm1Xuy4-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](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](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](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](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](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-f3be91d51d1?version=1.1](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-f3be91d51d1?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](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-ATSUVKhAj9IIIinn6YSCC0M4X2oMHMpQM>, 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](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](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](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](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](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](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](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](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=IwAR0dcofYQSQS9F-SGL5zaMvC0pcrvWmP\\_PlrRQtSEo7eG135PqrXvA8c80g](https://grupochernobyl.blogspot.com/2016/10/producao-de-energia-nuclear-como-fonte.html?fbclid=IwAR0dcofYQSQS9F-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](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](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=IwAR35AiV8yyCRDcvcFlrtvEQ6OxE9fISDSSp98QL1gzuEnQHsIroV4nDkwk>. Acesso em: 19 set. 2019.

[http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed08/ed\\_08\\_aula.pdf?fbclid=IwAR1LgzLtgo04Fb1Wo6CfDYAmX2dgyLiYeMnkfWHzn0zQgk02gaYWrOhJutU](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](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](http://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](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](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.

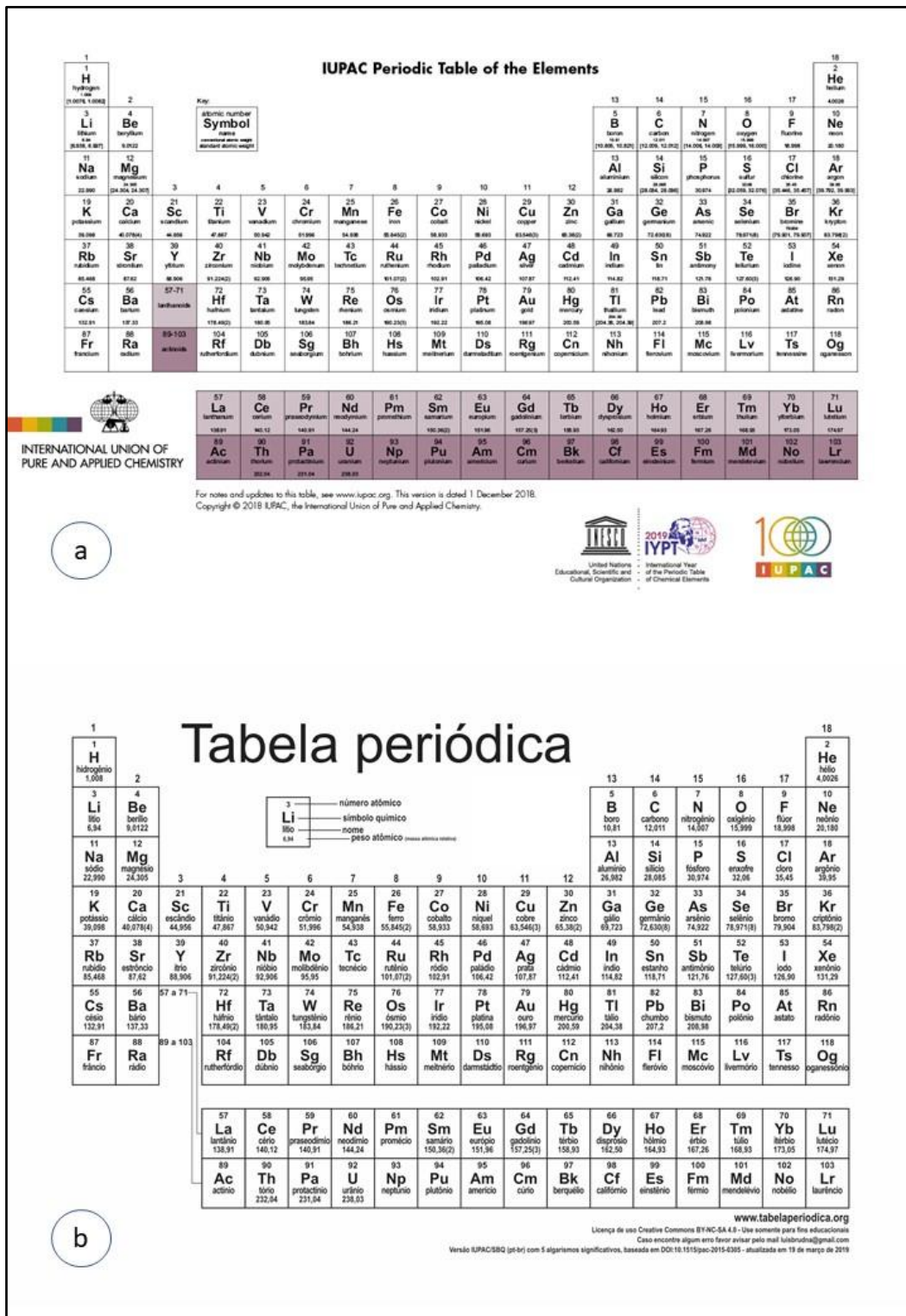


A tabela periódica utilizada na confecção do banner da Figura 5 foi baseada na última versão disponibilizada pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (em inglês: *International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC), com data de atualização de 01 de dezembro de 2018, cujas versões em 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.



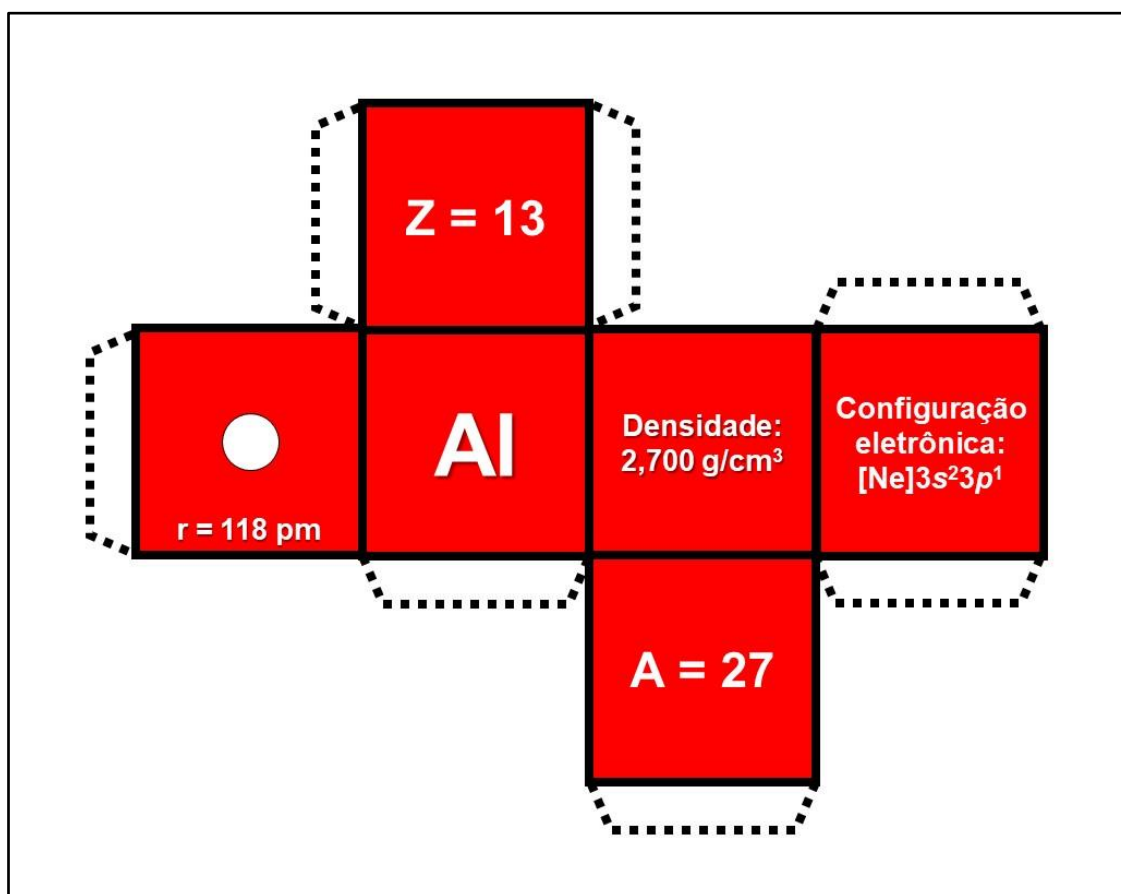
Figura 6: Última versão da tabela periódica disponibilizada pela IUPAC.



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 actinídios 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  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ .



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.

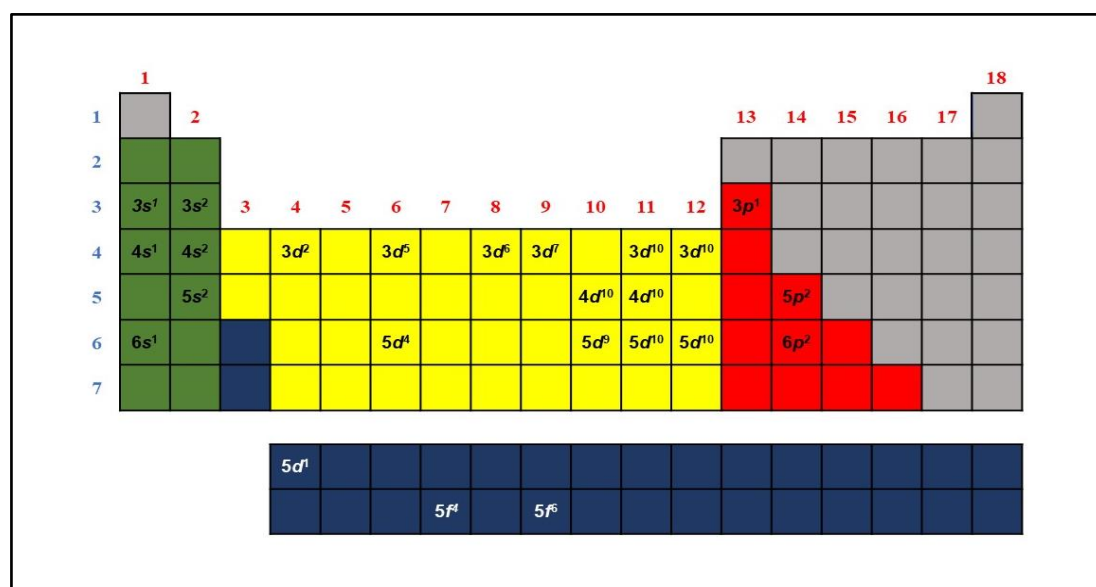
Os blocos de elementos químicos são designados pelas letras *s*, *p*, *d* e *f*, os quais indicam os subníveis eletrônicos e derivam, respectivamente, das palavras em inglês *sharp*, *principal*, *diffuse* e *fundamental*. Em um mesmo bloco, os elementos químicos apresentam configurações eletrônicas 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<sub>l</sub>*) e número quântico de spin (*m<sub>s</sub>*). 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).

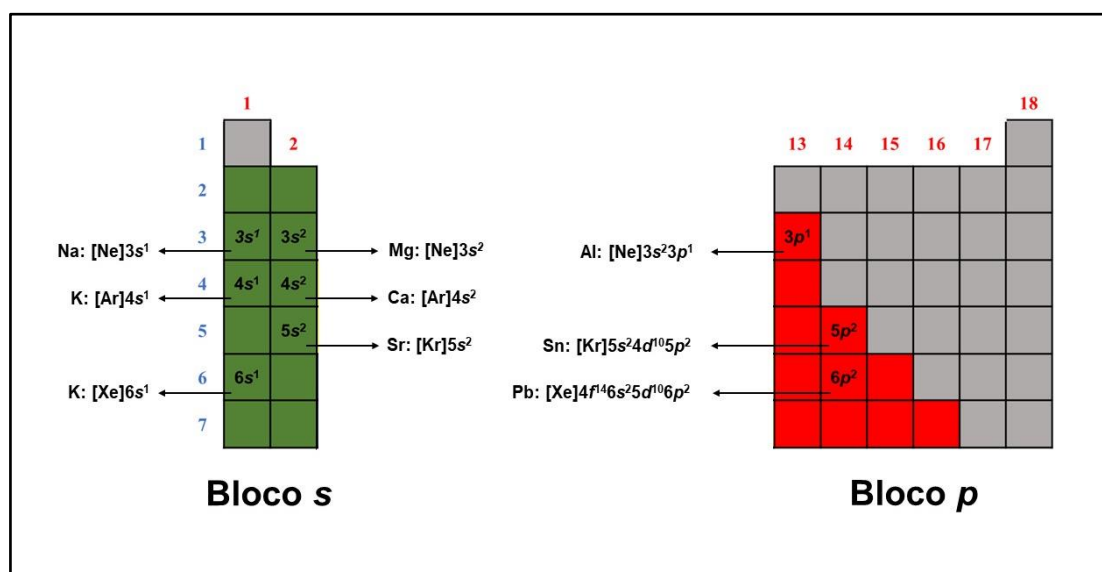
Cada linha da tabela periódica corresponde a um período e os períodos são numerados de 1 a 7 de cima para baixo. Embora os períodos não sejam numerados na tabela da IUPAC (Figura 6), para tornar a explicação mais clara e didática para os alunos do ensino médio, recomenda-se numerá-los. Na Figura 5, bem 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  $np$

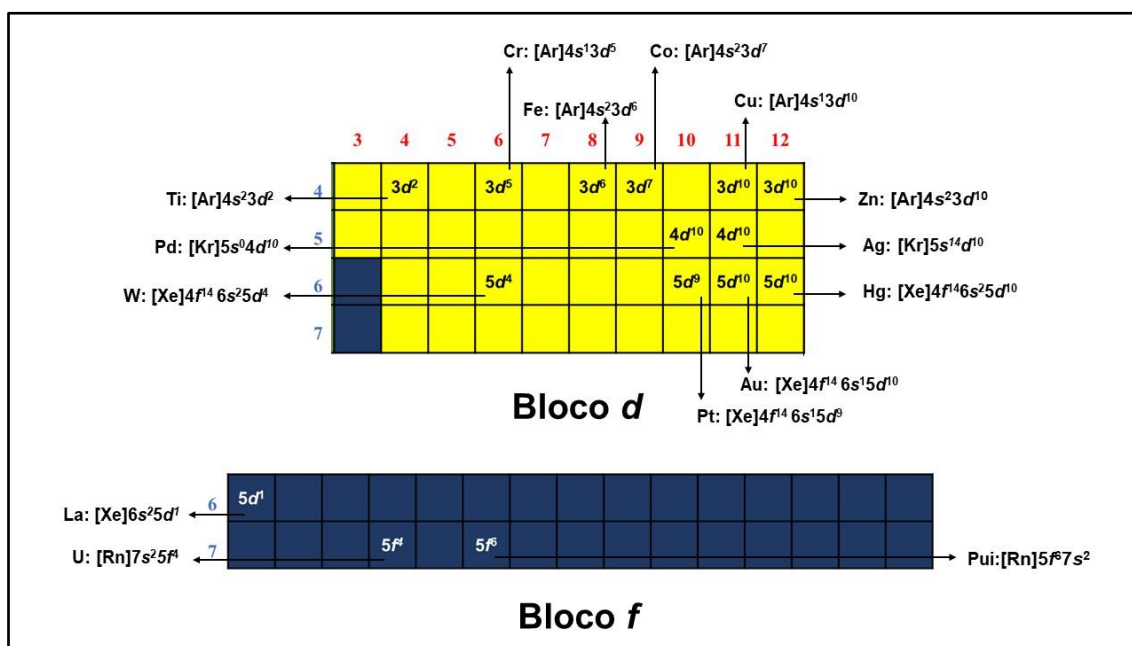
Para os elementos dos blocos *d* e *f*, a relação entre o número quântico principal e o período em que se encontra o elemento é diferente da observada para os elementos dos blocos *s* e *p*. Como apresentado nas Figura 9 e 11, os elementos do quarto período do bloco *d*, possuem o elétron de maior energia 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	

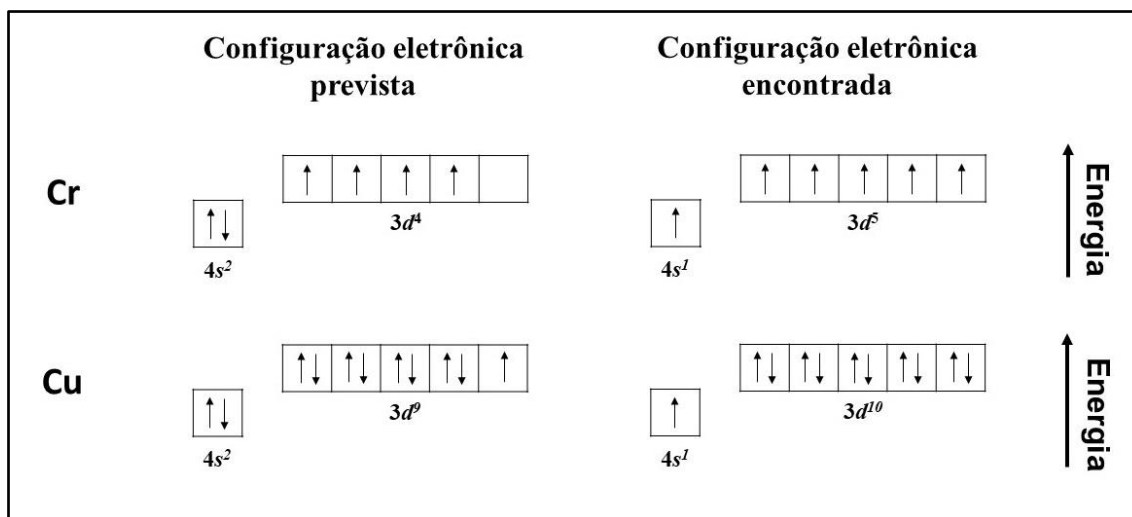
Na Tabela 4 também é apresentada a classificação dos elementos químicos em representativos e de transição. É importante discutir essas denominações dos elementos com os alunos do ensino médio porque muitas vezes o termo “elementos (ou metais) de transição” é empregado erroneamente. De acordo com a IUPAC, 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]4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup>), cádmio (Cd: [Kr]5s<sup>2</sup>4d<sup>10</sup>) e mercúrio (Hg: [Xe]4f<sup>14</sup>6s<sup>2</sup>5d<sup>10</sup>), 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).



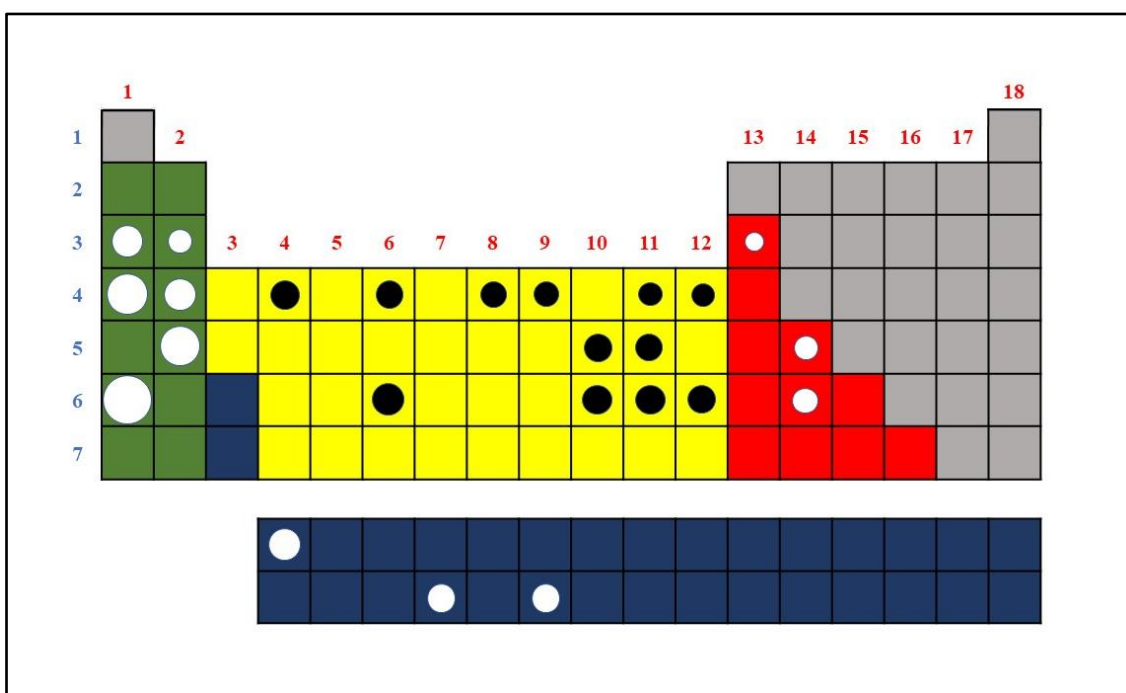
Fonte: Dos autores (2019).

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 ( $\text{g/cm}^3$ ), embora, no sistema internacional de unidades (SI), sua unidade seja o quilograma por



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](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](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](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](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](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](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](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  $6 \text{ g/cm}^3$ . 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.

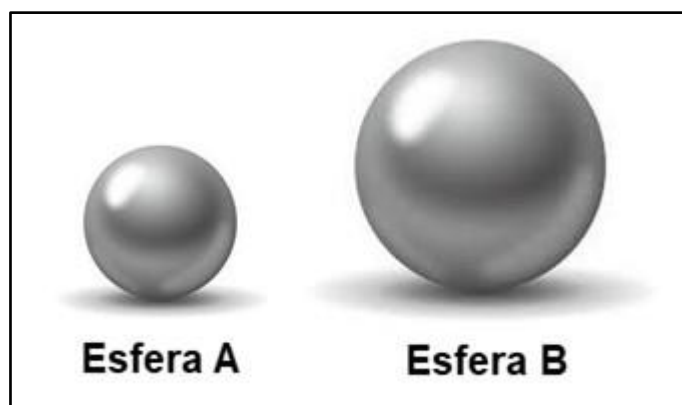
Tabela 5: Número atômico e densidade dos metais apresentados na atividade 1

<b>Metal</b>	<b>Número atômico</b>	<b>Densidade (g/cm<sup>3</sup>)</b>
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 cm<sup>3</sup> e a esfera B possui massa igual a 60,62 g e volume igual a 22,45 cm<sup>3</sup>. 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.

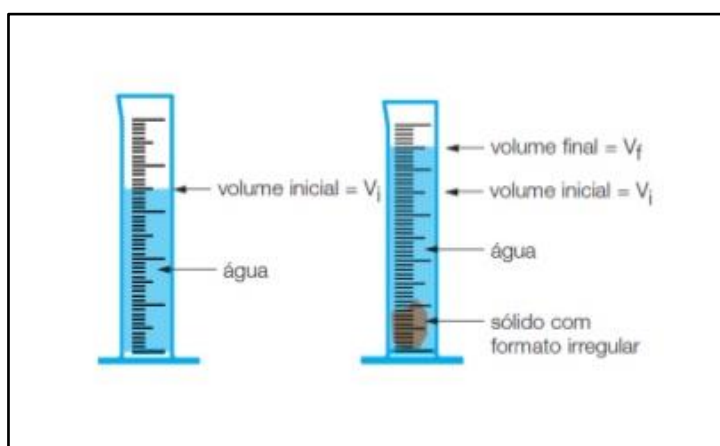


Fonte:

[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](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)

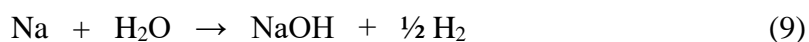
Após pesar o objeto, deve-se introduzi-lo na proveta contendo pelo menos metade do seu volume de água e verificar a variação e volume causada pela introdução do objeto (Figura 18). Essa variação de volume corresponde ao volume do sólido. Recomenda-se inclinar a proveta em um ângulo de aproximadamente 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:  
 $[\text{Ar}]4s^2$

$A = 40$

$Z = 38$



$r = 219 \text{ pm}$

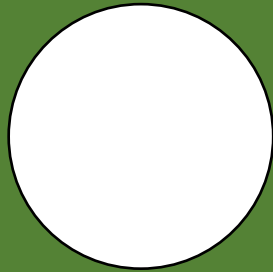
**Sr**

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/cm<sup>3</sup>**

**Configuração  
eletrônica:  
[Ar]4s<sup>2</sup>3d<sup>6</sup>**

**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/cm<sup>3</sup>**

**Configuração  
eletrônica:  
[Ar]4s<sup>1</sup>3d<sup>10</sup>**

**A = 63**

**Z = 30**



**r = 142 pm**

**Zn**

**Densidade:  
7,140 g/cm<sup>3</sup>**

**Configuração  
eletrônica:  
[Ar]4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup>**

**A = 65**

**Z = 46**



**r = 169 pm**

**Pd**

**Densidade:  
12,023 g/cm<sup>3</sup>**

**Configuração  
eletrônica:  
[Kr]5<sup>s0</sup>4<sup>d10</sup>**

**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 pm**

**Pt**

**Densidade:  
21,090 g/cm<sup>3</sup>**

**Configuração  
eletrônica:  
[Xe]4f<sup>14</sup> 6s<sup>1</sup>5d<sup>9</sup>**

**A = 195**

**Z = 79**



**r = 174 pm**

**Au**

**Densidade:  
19,300 g/cm<sup>3</sup>**

**Configuração  
eletrônica:  
[Xe]4f<sup>14</sup>6s<sup>1</sup>5d<sup>10</sup>**

**A = 197**



**Z = 80**



**r = 171 pm**

**Hg**

**Densidade:  
13,534 g/cm<sup>3</sup>**

**Configuração  
eletrônica:  
[Xe]4f<sup>14</sup>6s<sup>2</sup>5d<sup>10</sup>**

**A = 201**

$Z = 13$



$r = 118 \text{ pm}$

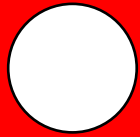
**Al**

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

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

$A = 27$

$Z = 50$



$r = 145 \text{ pm}$

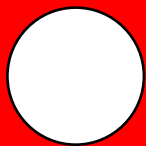
**Sn**

Densidade:  
 $7,310 \text{ g/cm}^3$

Configuração  
eletrônica:  
 $[\text{Kr}]5s^24d^{10}5p^2$

$A = 119$

$Z = 82$



$r = 154 \text{ pm}$

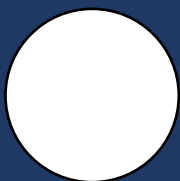
**Pb**

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

$A = 139$

$Z = 92$



$r = 175 \text{ pm}$

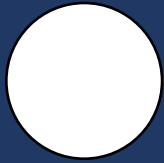
U

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

$A = 244$