INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Ipojuca

Coordenação de Licenciatura em Química

Curso de Licenciatura em Química

LUCAS ALEXANDRE SANTOS DE OLIVEIRA

A IMPORTÂNCIA DOS METAIS DE TRANSIÇÃO PARA O ORGANISMO VIVO: Análise da temática nos livros didáticos do Ensino Médio e uma alternativa para o processo de ensino aprendizagem

Ipojuca

2025

LUCAS ALEXANDRE SANTOS DE OLIVEIRA

A IMPORTÂNCIA DOS METAIS DE TRANSIÇÃO PARA O ORGANISMO VIVO:

Análise da temática nos livros didáticos do Ensino Médio e uma alternativa para o processo de ensino aprendizagem

Monografia apresentada a Coordenação de Graduação em Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Anjos.

Ipojuca

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do IFPE – Campus Ipojuca

O48i Oliveira, Lucas Alexandre Santos de

A importância dos metais de transição para o organismo vivo: análise da temática nos livros didáticos do Ensino Médio e uma alternativa para o processo de ensino aprendizagem/ Lucas Alexandre Santos de Oliveira. -- Ipojuca, 2025.
91f.: il.-

Trabalho de conclusão (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. *Campus* Ipojuca, 2025.
Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Anjos

1. Metais de transição 2. Ensino de Química 3. Interdisciplinaridade 4. Ensino Médio I. Título II. Anjos, Luiz Carlos dos (orientador).

CDD 371.3

Catalogação na fonte: Bibliotecária Graziella Ronconi Souto - CRB-4/2048

LUCAS ALEXANDRE SANTOS DE OLIVEIRA

A IMPORTÂNCIA DOS METAIS DE TRANSIÇÃO PARA O ORGANISMO VIVO: Análise da temática nos livros didáticos do Ensino Médio e uma alternativa para o processo de ensino aprendizagem

Trabalho aprovado. Ipojuca, 03/10/2025.

_____

Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Anjos
(Presidente - Orientador)

_____

Prof. Dr. Nelson Alves da Silva Sobrinho
(Examinador Externo)

_____

Profa. Ma. Simone De Melo Oliveira
(Examinadora Interna)

Ipojuca

2025

Dedicatória: A Deus, que por meio de sua misericórdia, permitiu chegar até aqui. E a minha querida mãe Maria Lucia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sua infinita graça, graça tal que me permitiu chegar até aqui. Foram noites que viraram dias para que esse trabalho fosse feito. Sou grato a Deus por seu cuidado, e permitir que pessoas incríveis pudessem de certa forma contribuir, motivar, animar, nessa trajetória.

Sou grato a minha família pelas palavras de consolo e apoio, a minha querida rainha e mãe, Maria Lucia, por ser meu pai e mãe ao mesmo tempo, sendo uma mulher forte e incrível. Agradeço a minha querida irmã, Maria Eduarda, por toda palavra de motivação, por emprestar o notebook para conseguir realizar a pesquisa e concluir essa monografia. Agradeço ao esposo da minha irmã e meu amigo Juciano Alberto, por cada motivação. Agradeço a minha querida e amada namorada Allana Beatriz pelo amor que tem me concedido, pelo carinho e apoio nos dias difíceis.

Agradeço aos meus amigos que me motivaram a continuar e não desistir, meu amigo e irmão Natanael Oliveira, Jaime Corbiniano, e aos demais. E também aos meus amigos que o IFPE Campus Ipojuca me concedeu, a cada companheiro (a) de sala de aula, Douglas Alves, Déborah Paula, Emanuelle Nacre, Juliana Gomes, Antônio Neto, são tantos, sou grato a cada um.

Sou grato a cada professor do IFPE Campus Ipojuca, que fazem um trabalho incrível, além de professores, são exemplos para cada aluno. Grato também a gestão e aos trabalhadores diversos do instituto.

Sou profundamente grato ao meu orientador, mestre e amigo, o Professor PhD Luiz Carlos Araújo dos Anjos. Sou grato a cada puxão de orelha, cada bronca, pois por meio disso que busquei ser um pesquisador melhor. Sou grato por cada orientação, por seus conselhos, os quais mostraram o seu cuidado ao seu orientando. Sinto-me privilegiado por ter uma pessoa que admiro muito. Obrigado mestre.

E por fim meus sinceros agradecimentos a cada leitor.

“Eis que Deus é a minha salvação; nele confiarei, e não temerei, porque o SENHOR DEUS é a minha força e o meu cântico” – Isaías 12:2.

“Para que todos vejam, e saibam, e entendam que a mão de Deus fez isto”. (Isaías 41:20)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo evidenciar a importância dos metais de transição para o organismo humano, propondo sua abordagem interdisciplinar entre Química e Biologia, como uma alternativa no processo de ensino-aprendizagem no Ensino Médio. A pesquisa, de natureza qualitativa e bibliográfica, faz uma diagnose de nove livros didáticos utilizados no Ensino Médio em relação a como abordam essa temática, destacando a superficialidade com que os metais de transição são apresentados, geralmente restritos a aspectos estruturais e tecnológicos, sem explorar suas funções biológicas essenciais. O estudo demonstra que elementos como ferro, zinco, cobre e cobalto desempenham papéis cruciais na manutenção da vida, estando envolvidos em processos metabólicos fundamentais. A ausência de contextualização e interdisciplinaridade no ensino desses conteúdos contribui para o desinteresse dos alunos pela matéria da Química. Como alternativa, o trabalho propõe uma metodologia ativa e contextualizada por meio de um plano de aula, visando promover um aprendizado mais significativo e conectado à realidade dos estudantes. Conclui-se que a valorização de temas como os metais de transição, com ênfase em suas implicações biológicas, pode despertar um maior interesse dos discentes e, assim, ajudar no processo de ensino-aprendizagem da Química.

Palavras-chave: Metais de transição. Ensino de Química. Interdisciplinaridade. Ensino Médio. Contextualização.

ABSTRACT

This work aims to highlight the importance of transition metals for the human organism, proposing an interdisciplinary approach between Chemistry and Biology as an alternative in the teaching-learning process in High School. The research, qualitative and bibliographic in nature, diagnoses nine textbooks used in High School regarding how they address this theme, highlighting the superficiality with which transition metals are presented, generally restricted to structural and technological aspects, without exploring their essential biological functions. The study demonstrates that elements such as iron, zinc, copper, and cobalt play crucial roles in the maintenance of life, being involved in fundamental metabolic processes. The absence of contextualization and interdisciplinarity in the teaching of these contents contributes to the students' lack of interest in Chemistry. As an alternative, the work proposes an active and contextualized methodology through a lesson plan, aiming to promote more meaningful learning connected to the students' reality. It is concluded that valuing themes such as transition metals, with an emphasis on their biological implications, can awaken greater interest in the students and thus aid in the teaching-learning process of Chemistry.

Keywords: Transition metals. Chemistry education. Interdisciplinarity. High school. Contextualization.

LISTA DE FIGURAS

1. Figura 1 - Localização dos blocos s, p, d e f e localização dos elementos representativos e dos elementos de transição na Tabela Periódica 22
2. Figura 2 - O símbolo e o nome dos elementos de transição. 23
3. Figura 3 - Hexaamminecobalt(II). 24
4. Figura 4 - Demonstração do elemento Ferro. 27
5. Figura 5 - Estrutura do heme. 28
6. Figura 6 - Demonstração do elemento Zinco. 30
7. Figura 7 - Demonstração do elemento Cobre. 32
8. Figura 8 - Demonstração do elemento cobalto. 33
9. Figura 9 - Estrutura da vitamina B12 (cobalamina). 34
10. Figura 10 - Tabela periódica. Livro: Química volume 1 (FELTRE, Ricardo.) 41
11. Figura 11 - Tabelas auxiliares. Livro: Química volume 1 (FELTRE, Ricardo.)42
12. Figura 12 - Sais complexos. Livro: Química volume 1 (FELTRE, Ricardo.) 43
13. Figura 13 - Temperatura de ebulição do ferro. Livro: Quimica (CISCATO, *et al.)* 45
14. Figura 14 - Elementos químicos e tecnologia: modelos sobre a constituição da matéria. Livro: Quimica (CISCATO, *et al*.) 46
15. Figura 15 - Metais de uso estratégico. Livro: Química (CISCATO, *et al*.) 47
16. Figura 16 - Classificação dos elementos químicos: propriedades químicas e físicas. Livro: Química (CISCATO, *et al.)* 48
17. Figura 17 - Porcentagem dos elementos Químicos no corpo humano. Livro: Química (CISCATO, *et al.).* 49
18. Figura 18 - localização na tabela periódica. Livro: Química conecte (USBERCO, João; SALVADOR, Edgard.) 51
19. Figura 19 - Elementos de transição e tatuagens. Livro: Química conecte (USBERCO, João; SALVADOR, Edgard) 52
20. Figura 20 - Química e Saúde. Livro: Química conecte (USBERCO, João; SALVADOR, Edgard). 54
21. Figura 21 - Exercícios que abordam sobre elemento de transição. Livro: Química conecte (USBERCO, João; SALVADOR, Edgard). 55

22. Figura 22 - Localização dos metais de transição. Livro: Química na abordagem do cotidiano (PERUZZO, Francisco; CANTO, Eduardo). 56
23. Figura 23 - Os elementos Químicos no cotidiano. Livro: Química na abordagem do cotidiano (PERUZZO, Francisco; CANTO, Eduardo). 57
24. Figura 24 - Metais de transição colorida em solução aquosa. Livro: Química na abordagem do cotidiano (PERUZZO, Francisco; CANTO, Eduardo). 58
25. Figura 25 - Metais de transição no desenvolvimento da sociedade. Livro: Ser protagonista Química 1 (LISBOA, Julio; *et al.*). 59
26. Figura 26 - Separação de misturas no tratamento de água. Livro: Ser protagonista Química 1 (LISBOA, Julio; et al.). 60
27. Figura 27 - Ligas metálicas/ Química e Geografia. Livro: Ser protagonista Química 1 (LISBOA, Julio; et al.). 61
28. Figura 28 - Representação dos elementos de transição na tabela periódica. Livro: Conecte Live Química 1 (USBERCO, João; SPITALERI, Philippe; SALVADOR, Edgard). 62
29. Figura 29 - Formação de ligas metálicas. Livro: Conecte Live Química 1 (USBERCO, João; SPITALERI, Philippe; SALVADOR, Edgard). 63
30. Figura 30 - Elementos essenciais para a saúde. Livro: Conecte Live Química 1 (USBERCO, João; SPITALERI, Philippe; SALVADOR, Edgard). 64
31. Figura 31 - Dieta com baixo teor de sódio . Livro: Conecte Live Química 1 (USBERCO, João; SPITALERI, Philippe; SALVADOR, Edgard). 65
32. Figura 32 - Tabela periódica. Livro: Química (FONSECA, Martha). 66
33. Figura 33 - Classificação dos elementos. Livro: Química (FONSECA, Martha). 67
34. Figura 34 - Ferro metálico. Livro: Química (FONSECA, Martha). 68
35. Figura 35 - Proposta de uma pesquisa. Livro: Química (FONSECA, Martha). 69
36. Figura 36 - Interdisciplinaridade entre a Química e Biologia. Livro: Química (FONSECA, Martha). 70
37. Figura 37 - Os elementos Químicos no cotidiano. Livro: Química na abordagem do cotidiano (CANTO, Eduardo). 72
38. Figura 38 - Os elementos Químicos no cotidiano. Livro: Química na abordagem do cotidiano, parte 2 (CANTO, Eduardo). 73

39. Figura 39 - Elementos Químicos presentes no corpo humano. Livro: Química na abordagem do cotidiano (CANTO, Eduardo). 75
40. Figura 40 - Propriedades e curiosidades dos metais de transição. Livro: Química cidadã (SANTOS, Wildson; MÓL, Gerson). 76

LISTA DE QUADROS

1. Quadro 1 - Composição média de adulto normal de 70 kg. 26
2. Quadro 2 - Livros didáticos do Ensino Médio escolhidos para análise. 39
3. Quadro 3 - Proposta de um plano de aula. 79

LISTA DE SIGLAS

IFPE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
PNSF	Programa Nacional de Suplementação de Ferro
MEC	Ministério da Educação
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
2 OBJETIVOS 19
2.1 Objetivo Geral 19
2.2 Objetivos específicos 19
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 20
3.1 Dificuldades do ensino de Química no Ensino Médio. 20
3.2 Metais de transição. 22
3.3 Metais de transição e íons complexos. 23
3.4 Os metais de transição e os organismos vivos. 25
3.5 A importância da suplementação que contem metais de transição. 27
3.5.1 Ferro 27
3.5.2 Zinco 30
3.5.3 Cobre 32
3.5.4 Cobalto 33
4 METODOLOGIA 35
4.1 Delineamento da pesquisa 35
5 DISCUSSÕES E ANÁLISES 37
5.1 Abordagem dos Livros Didáticos do Ensino Médio sobre Metais de Transição. 37
5.1.1 Livro didático: Química – Ricardo Feltre (2004). 40
5.1.2 Livro didático: Química – Ciscato, Pereira, Chemello e Proti (2016). 44
5.1.3 Livro didático: Química Conecte Lidi Volume 1– Usberco e Salvador (2018). 50
5.1.4 Livro didático: Química na abordagem do cotidiano (Química Geral e Inorgânica) – Peruzzo e Canto (2006). 56
5.1.5 Livro didático: Ser protagonista Química 1 – Lisboa, et al., (2016). 59
5.1.6 Livro didático: Conecte Live Química 1 – Usberco, Spitaleri (PH), Salvador, (2018). 61
5.1.7 Livro didático: Química – Martha Reis (2016). 61

5.1.8 Livro didático: Química na abordagem do cotidiano – Eduardo Leite do Canto (2016). 71
5.1.9 Livro didático: Química Cidadã – Wildson Santos & Gerson Mól (2016). 76
5.2 Visão Geral Comparativa dos Livros do Ensino Médio. 77
5.3 Proposta de um plano de aula. 78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 81
7 REFERÊNCIAS 83

1 INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem é um dos alicerces essenciais para o desenvolvimento do indivíduo tanto intelectual como social, sendo assim, um dos temas de grande importância nas discussões educacionais. No entanto, esse processo duela com diversos desafios que criam barreiras que afetam diretamente na sua eficácia e na formação reflexiva dos estudantes. E para vencer esses desafios, existem diversos estudos que direcionam estratégias que ajudem nesse processo. De acordo com Gardner (1983), cada aluno tem uma forma particular de processar e assimilar informações, o que, consequentemente exige uma abordagem que atenda às necessidades de todos. Com isso, a escolha de estratégias pedagógicas adequadas torna-se um fator fundamental para promover a aprendizagem significativa (Pelizzari, *et al.,* 2002).

A Química no Ensino Médio enfrenta obstáculos que dificultam no processo ensino-aprendizagem, muitos estudantes relatam uma certa dificuldade em compreender os conteúdos de Química que, muitas vezes, são vistos como um assunto muito abstrato e desligado da “realidade cotidiana”. A natureza conceitual e a complexidade das representações químicas fazem com que os alunos enfrentem dificuldades para relacionar a teoria com a realidade, criando uma concepção errônea sobre a matéria de Química. Consequentemente isso interfere no desempenho e no processo de aprendizagem dos conteúdos Químicos, como também, na afeição do aluno pela matéria (Silva, *et al.,* 2021).

Além dessa dificuldade de aprendizado, o ensino de Química enfrenta outras questões que estão relacionados à forma em que o assunto é abordado pedagogicamente. De acordo com os livros, artigos e estudos do último século, como a “Pedagogia do oprimido” de Paulo Freire (2017), o uso da metodologia tradicional, utilizada ainda por algumas instituições de ensino, tem se mostrado ineficaz, levando à desmotivação e desinteresse do aluno, afetando diretamente no processo ensino-aprendizagem.

Nesse sentido a busca de novas estratégias pedagógicas se torna essencial para proporcionar um ensino mais dinâmico e efetivo levando o aluno a compreender os conteúdos, aplicar no seu cotidiano e ter afeição pelo conteúdo que está sendo

estudado. A aplicação de estratégias como o uso de tecnologias digitais, metodologias ativas de aprendizagem e a interdisciplinaridade vem aparecendo como alternativa estratégica para superar essas limitações, criado pelo método tradicional, e possibilitando um ambiente mais estimulante e desafiador para o discente (Santos, *et al*., 2012).

Um dos temas menos explorados em livros didáticos do Ensino Médio, em termos de contextualização e detalhamento, consiste no estudo de características e o papel crucial dos elementos Químicos, bem como a importância deles no cotidiano das pessoas. A escassez de uma abordagem mais interdisciplinar e contextualizada é ainda maior quando se trata de metais de transição. Não raras são as vezes em que os elementos de transição são apenas estudados em termos de sua distribuição eletrônica e o uso dela para localização dos mesmos na Tabela Periódica, sem nenhuma abordagem que explore a importância desses elementos, não só em aplicações tecnológicas diversas, mas, principalmente, na manutenção do metabolismo da vida vegetal e animal. Uma abordagem interdisciplinar que relacione os metais de transição com a Biologia pode trazer avanços importantes no processo ensino-aprendizagem desse tema da Química, uma vez que pode oferecer uma visualização mais prática e que faça parte do cotidiano do estudante.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM), destaca-se a ideia da interdisciplinaridade e contextualização como um princípio fundamental para melhorar o ensino-aprendizagem como um todo.

O presente estudo aborda a interdisciplinaridade entre Química e Biologia, destacando o papel crucial dos metais de transição no organismo humano. Além disso, apresenta-se uma revisão detalhada de como os metais de transição são estudados nos livros didáticos do Ensino Médio de Química, principalmente no que tange à contextualização desse tópico.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar como o conteúdo metais de transição se apresentam nos livros didáticos de Química no Ensino Médio.

2.2 Objetivos específicos

- Fazer uma diagnose dos livros didáticos do Ensino Médio que contemplam o conteúdo metais de transição;

- Destacar a importância de estudar os metais de transição no Ensino Médio;

- Indicar uma proposta didática como um instrumento alternativo para ser utilizado no processo ensino aprendizagem de Química no Ensino Médio;

- Evidenciar a importância da interdisciplinaridade e contextualização para a aprendizagem eficaz da Química no Ensino Médio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Dificuldades do ensino de Química no Ensino Médio.

O processo de ensino-aprendizagem é um dos alicerces essenciais para o desenvolvimento do indivíduo tanto intelectual como social, sendo assim um dos temas de grande importância nas discussões educacionais (Silva, *et al.,* 2022). Porém esse processo vem duelando com diversos desafios que interferem na sua eficácia na formação reflexiva dos estudantes.

O processo de ensino-aprendizagem de Química no Ensino Médio vem sendo bastante discutido em pesquisas, trabalhos e artigos científicos, mostrando as dificuldades que são encontradas no cotidiano escolar. Em uma pesquisa realizada com estudantes da Educação Básica de uma escola pública localizada em Campina grande/PB, aponta que a maioria dos alunos apresentam dificuldades no processo de aprendizagem em Química, onde muitos relatam que essa dificuldade vem pelo fato da complexidade dos assuntos sendo eles abstratos, tendo dificuldade em prestar atenção ao que está sendo estudado, como também o uso da metodologia tradicional que não está sendo eficiente (Araujo, *et al*., 2019). Igualmente, há vários estudos nos últimos anos com o intuito de aprimorar as metodologias utilizadas para que o processo do ensino-aprendizagem em Química seja mais eficaz.

A Química no Ensino Médio tem vivenciado momentos de grandes reflexões, evidenciado por índices de evasões e reprovações elevados, pois a aula de Química, na percepção dos alunos, é algo cansativo, chato, com memorização de conceitos e fórmulas dadas nos livros didáticos. Sendo assim é necessário a busca de metodologias e meios que sejam produtivos a fim de ajudar no processo ensino-aprendizagem, como também, na afeição do aluno pela matéria de Química (Lino Neto; Alves, 2024).

Tendo em vista essas colocações, é necessária uma abordagem mais eficiente no processo de ensino-aprendizagem, analisando que, a vista dos alunos do Ensino Médio, a Química é uma matéria desmotivadora o qual não tem sentido algum, sendo algo fora da realidade, onde na atualidade alguns estudos apontam que a consequência desses pensamentos sejam o trabalho desenvolvido pelo professor,

sendo ele o responsável pelos ensinamentos usados para o processo de aprendizagem (Santos, *et al*., 2012).

Existe um responsável diante desta situação negativa, percebidas pelos índices de reprovação e desinteresses apresentados pelos alunos das unidades escolares. E por muito tempo, a culpa de não ter um retorno plausível no processo de aprendizagem estava relacionado diretamente ao discente. Entretanto, ao passar o tempo, e após estudos, foi constatado que o fracasso dos alunos também era consequência do trabalho que o docente estava fazendo. E a vista disso, a ideia de um ensino motivado pelo interesse do discente passou a ser um desafio para o professor, o qual acaba sendo gerador de situações estimuladoras para a aprendizagem. Para Da Cunha (2012), para tornar o ensino de Química mais atraente, agradável e motivador, é necessário buscar novos meios e novas metodologias, reestruturando as que já existem, investindo assim em procedimentos didáticos atualizados onde os alunos poderão adquirir uma aprendizagem e ter uma afinidade à matéria de Química. Porém muitas escolas no Ensino Médio na atualidade, não têm infraestrutura e materiais pedagógicos que possam suprir as demandas do ensino de Química, o qual geralmente utiliza os métodos tradicionais, e a consequência disso é criação de uma percepção errônea do aluno sobre a matéria da Química (Da Cunha, 2012; Werthein; Cunha,2009; Gomes, 2018; Da Silva, 2021).

A disciplina da Química no ensino básico é uma peça essencial para o desenvolvimento de um indivíduo consciente e participativo na sociedade, sendo uma matéria indispensável para a educação humana. O qual tem como objetivo facilitar aos alunos o conhecimento das transformações Químicas que ocorrem no mundo na forma geral, preparar o indivíduo para que ele utilize essas informações que obteve da Química básica para se envolver positivamente na sociedade tecnológica onde o mesmo vive, sabendo usar as substâncias com as devidas precauções, identificar as transformações ocorridas no cotidiano, conseguir interpretar as informações químicas transmitidas pelos meios de comunicações, como por exemplo, em um caminhão levando alguma substância tóxica, podendo assim tomar decisões e ter uma visão crítica aos problemas sociais relativos a Química (Rocha; Vasconcelos, 2016; Gomes, 2018).

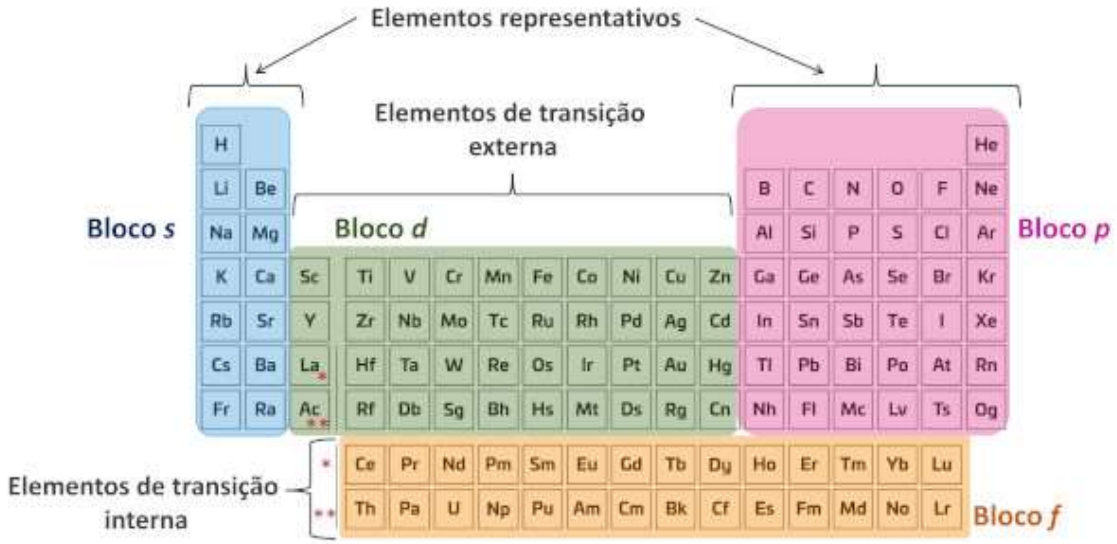
O estudo da Química auxilia o aluno na compreensão, interpretação e intervenção de situações que contribuem para a sua qualidade de vida, como por

exemplo, o impacto ambiental provocado pelos resíduos industriais, poluição da água, ar e solo provocado pelos resíduos domésticos e industriais, muitas vezes irreparáveis ao meio ambiente. E também auxiliam o aluno na compreensão de situações que contribuem na melhoria na sua qualidade de vida, como por exemplo, o tema estudado nesse trabalho “a importância dos metais de transição no organismo humano”, consequentemente levando ao aluno um crescimento da visão crítica. (Cardoso; Colinvaux, 2000).

3.2 Metais de transição.

Os elementos do bloco d são formados por três séries, correspondendo ao preenchimento dos níveis eletrônicos 3d, 4d e 5d. E, em conjunto, esses elementos são chamados de “elementos de transição”, pois estão localizados entres oselementos do bloco s e do bloco p (Lee,1999). A tabela mostrada na figura 1 apresenta as localizações dos blocos s, d, p e f, indicando onde estão localizados os metais de transição.

Figura 1 - Localização dos blocos s, p, d, f e localização dos elementos representativos e dos elementos de transição na Tabela Periódica



Fonte: Lima (2022).

Alguns metais de transição são muito conhecidos pelas suas aplicações tecnológicas desde a Revolução Industrial. O ferro, níquel, zinco e cobre estão entre

os metais de transição mais conhecidos pelo uso na confecção de ligas metálicas muito conhecidas, como o aço, latão e bronze. E muitas aplicações tecnológicas desses metais se devem às suas propriedades de ductibilidade, maleabilidade e resistência mecânica muito alta, diferente do que ocorre com a maioria dos elementos representativos. O vanádio e a platina, por sua vez, são usados para o desenvolvimento de catalisadores que reduzem a poluição e nos esforços para transformar o hidrogênio em um combustível prático e econômico.

Os compostos do bloco d também deixam a vida mais “colorida”, as belas cores do vidro azul-cobalto, os verdes e azuis da cerâmica cozidas, e muitas outras cores que são adquiridos por meio dos compostos do bloco d. Além desses meios tecnológicos, os elementos e compostos do bloco d são essenciais para a vida. O ferro, por exemplo, composto essencial da hemoglobina dos mamíferos. Compostos como cobalto, zinco e molibdênio são encontrados nas enzimas e vitaminas essenciais (Atkins, 2012).

Figura 2 - O símbolo e o nome dos elementos de transição.

Grupos									
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sc Escândio	Ti Titânio	V Vanádio	Cr Crômio	Mn Manganês	Fe Ferro	Co Cobalto	Ni Níquel	Cu Cobre	Zu Zinco
Y Ítrio	Zr Zircônio	Nb Nióbio	Mo Molibdênio	Tc Tecnécio	Ru Rutênio	Rh Ródio	Pd Paládio	Ag Prata	Cd Cádmio
La Lantânio	Hf Háfnio	Ta Tântalo	W Tungstênio	Re Rênio	Os Ósmio	Ir Irídio	Pt Platina	Au Ouro	Hg Mercúrio
Ac Actínio									

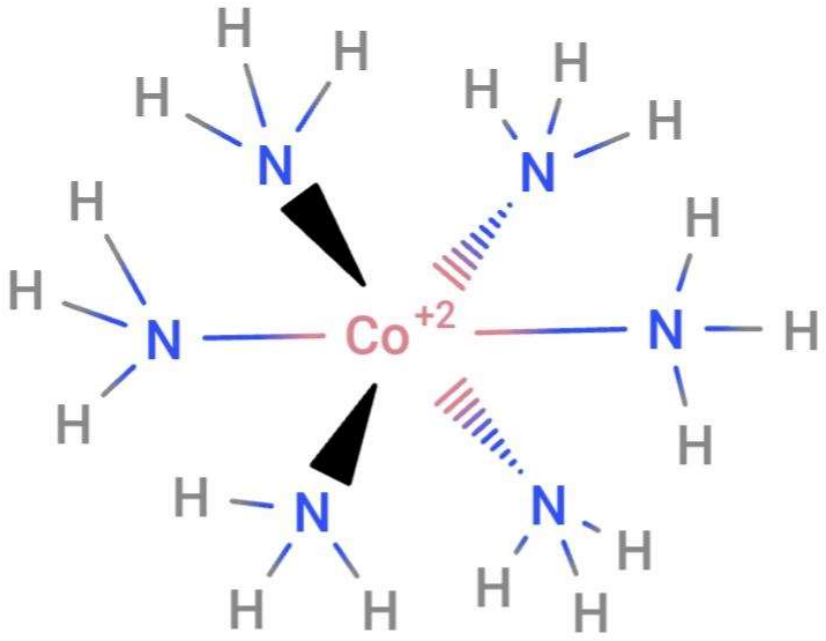
Fonte: Lee (1999, p. 328).

3.3 Metais de transição e íons complexos.

Os metais de transição apresentam uma tendência inigualada de formar íons complexos com bases de Lewis, que são grupos capazes de doar um par de elétrons, conhecidos como ligantes. Um ligante pode ser uma molécula neutra ou íons. Uma curiosidade é que o cobalto forma mais complexos que qualquer outro elemento, e

forma mais compostos que qualquer outro, perdendo para o carbono. Essa capacidade de formar complexos contrasta muito com o fato dos elementos do bloco s e p formarem apenas alguns complexos. Os elementos de transição têm uma grande tendência de formar complexos, pois formam íons pequenos de carga elevada, com orbitais vazios de baixa energia capazes de receberem pares isolados de elétrons doados por outros grupos ou ligantes (Lee,1999).

Figura 3 - Hexaamminecobalt(II).



Fonte: O Autor (2025) por meio do site MolView (2025).

No contexto da Química dos elementos do bloco d, o termo complexo significa um átomo metálico central ou íon rodeado por uma série de ligantes. Um ligante é um íon ou molécula que pode ter uma existência independente, e esses complexos metálicos, também conhecidos como compostos de coordenação, têm o seu papel importante na Química Inorgânica. Além dos compostos de coordenação, os elementos de transição têm uma capacidade de formar complexos organometálicos, e essa

habilidade de criar esses tipos de complexos abre um leque de possibilidades de compostos que são essenciais para o organismo. Um composto é considerado “organometálico” quando ele contém, no mínimo, uma ligação metal-carbono (M-C) (Atkins; Shriver, 2003).

3.4 Os metais de transição e os organismos vivos.

Apesar dos metais de transição serem mais conhecidos pelo seu uso mais tecnológico, como fabricação de ligas metálicas, o importante papel biológico de muitos desses metais para manutenção da vida acaba sendo notoriamente esquecido na Química do Ensino Médio, o que será abordado no presente trabalho, pois são elementos essenciais para o nosso organismo, desempenhando um papel fundamental para a manutenção da vida. De acordo com Da Silva (2013, p. 1458):

> Alguns metais de transição, apesar de ocorrerem nos organismos vivos em teores reduzidos, são essenciais no metabolismo devido às suas propriedades químicas. A sua necessidade resulta de possuírem vários estados de oxidação, capacidade para coordenarem e transferirem grupos químicos específicos e comportamento como ácidos de Lewis, o qual não é exclusivo para este grupo de metais.

Há décadas passadas, pelo fato dos elementos como oxigênio, nitrogênio e carbono serem abundantes nos seres vivos, foi acreditado que somente os compostos orgânicos e as reações que envolviam esses elementos eram indispensáveis para a manutenção da vida, e que os elementos e compostos inorgânicos tinham nenhum significado para os sistemas vivos. No entanto, havia exceções conhecidas, como por exemplo, o ferro que está presente na hemoglobina do sangue, sendo essencial para transporte do oxigênio e para a manutenção da vida. Porém, só recentemente após estudos, tornaram conhecidas a participação e presença dos elementos inorgânicos dos seres vivos, sobretudo metais de transição, que estão presente em baixas concentrações (conhecido como traços), sendo assim essenciais para os processos químicos que ocorrem nos seres vivos, sendo importantes para a vida (Baran, 2005).

Atualmente, cerca de trinta elementos são reconhecidos como essenciais para os seres vivos. A Tabela 1 apresenta a composição média de adulto normal de 70 kg. De acordo com a sua presença abundante no organismo, esses elementos se classificam como elementos predominantes, traços e ultra micro-traços.

Quadro 1 - Composição média de adulto normal de 70 kg.

	Elementos	g/70Kg.Peso
Elementos Predominantes	O	43.500
	C	12.600
	H	7.000
	N	2.100
	Ca	1.050
	P	700
	S	175
	K	140
	Na	105
	Cl	105
	Mg	35
Elementos-Traços	Fe	4,2
	Zn	2,3
	Cu	0,1
	F, Si, B, Br	<0,5
Elementos ultramicro-traços	V, Mn, Ni	-
	Cr, Co ,Mo	-
	Se, As, I	-

Fonte: Baran (2005, p. 8).

A ciência de como esses elementos agem e se comportam no sistema biológico estão presentes na Química Bioinorgânica, área interdisciplinar da Química e Biologia, o qual tem conseguido um desenvolvimento significante durante as últimas décadas. E, a partir desses estudos Bioinorgânicos, conseguimos enfim entender o papel desses elementos para os seres vivos e para o nosso organismo. Com isso, basicamente podemos classificar funções que precisam da participação desses elementos com baixa concentração no ser vivo (Baran, 2005).

3.5 A importância da suplementação que contém metais de transição.

Normalmente, os elementos chamados de organógenos, como o oxigênio, carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e fosforo constituem a maior parte no corpo humano, tendo em média de 97% da massa corporal nos seres humanos, o cálcio contribui em cerca de 2% da massa corporal. O restante, isto é 0,4 a 0,5%, é constituído de elementos inorgânicos (Tabela 1). Muitos desses elementos são essenciais para a saúde, embora em quantidades mínimas, e, por esse motivo são chamados de micronutrientes, oligoelementos, elementos-traços ou ultramicro-traços (Kennelly, *et al*., 2021).

A seguir, serão apresentadas algumas funções biológicas sobre quatro metais de transição que estão presentes na tabela 1 e são importantes para o nosso organismo, indicando a consequência da sua falta ou excesso, com a forma de suplementar esses elementos de transição.

3.5.1 Ferro

Figura 4 - Demonstração do elemento Ferro.

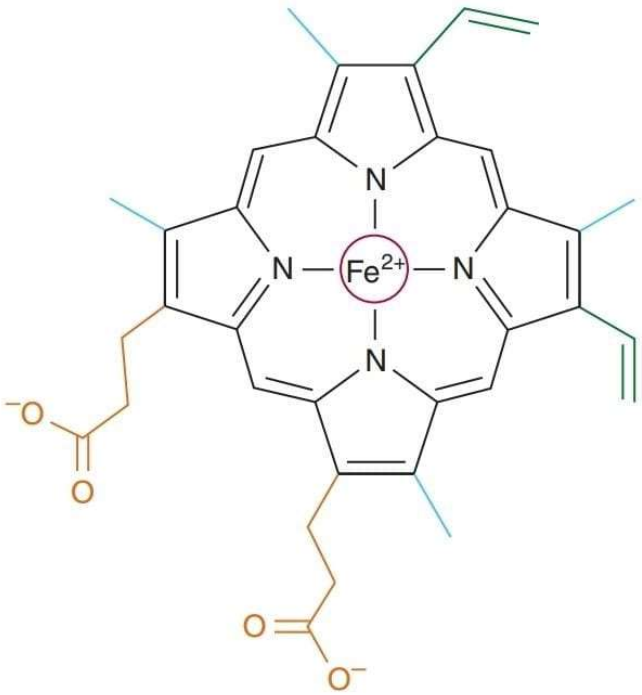
Fonte: Bagnato (2021).

O Ferro é o elemento-traço mais abundante no corpo humano (Tabela 1). Mesmo contendo quantidades menores no corpo humano em comparação a um

elemento orgânico, o ferro está presente em diversos processos metabólicos que são indispensáveis para a manutenção da vida, sendo assim um oligoelemento indispensável para o ser humano. Um desses processos metabólicos conhecidos é o transporte de oxigênio.

Aproximadamente 67% do ferro do corpo humano é encontrado na hemoglobina. A hemoglobina é uma proteína encontrada nas hemácias e é responsável pelo transporte de oxigênio dos pulmões para os tecidos, e desempenha um papel importante de tampão no sangue. A capacidade da hemoglobina se ligar ao oxigênio se deve a cooperação entre o grupo orgânico e o ferro, ligados através dos átomos de nitrogênio como mostra a (Figura 5). (Rodrigues, *et al.,* 2020; Silva, *et al.,* 2007; Marzzoco; Torres, 2017; Estevão; Miranda, 2009).

Figura 5 - Estrutura do heme.



Fonte: Kennelly, *et al* (2014, p.49).

Além do ferro estar presente no transporte de oxigênio, ele também se encontra em outros processos metabólicos importantes, como na síntese do DNA, além de ser encontrado em enzimas e em metabolismo energético. Sendo assim o ferro é um

elemento de transição importantíssimo para manter a homeostase do organismo vivo. (Grotto, 2008; Borba, *et al.,* 2022).

Portanto, a vista disso, a carência ou até mesmo o excesso desse elemento no nosso organismo podem trazer efeitos danosos, interferindo no equilíbrio do sistema fisiológico.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), é necessário que tenha um equilíbrio desse elemento no organismo, pois a deficiência desse elemento é um dos principais causadores de anemias, sendo as mulheres e as crianças novas as mais atingidas, afetando aproximadamente 33% das mulheres não grávidas, 40% das mulheres grávidas e 42% das crianças em todo o mundo. E a carência do ferro pode ocasionar também a fadiga, fraquezas, tonturas, entre outros. Além da carência o excesso pode ocasionar algumas complicações, como, alteração no ciclo menstrual, fraquezas, queda de cabelo, podendo ser danoso também ao tecido do corpo, pois ele acumulado no organismo propicia a síntese de espécies reativas de oxigênios que são tóxicas e lesam proteínas, lipídeos e DNA. (Grotto, 2008; Espasadin, *et al.,* 2021).

Na gestação é necessária a ingestão do ferro pois há muitas variações no seu organismo, como por exemplo a alteração no volume sanguíneo. Entretanto nem toda a ingestão do ferro é somente pensando na gestante, mas também principalmente pensado na criança que irá de nascer, pois a deficiência desse elemento na gestação pode comprometer o desenvolvimento do cérebro do recém-nascido, levando ao dano no desenvolvimento mental e físico, diminuição da capacidade cognitiva, aprendizagem, concentração, memorização e alteração do estado emocional. E ao nascer é importante a suplementação na criança recém-nascida desse elemento, prevenindo-a da anemia ferropriva. A suplementação oral desse elemento é indicado por vários programas e trabalhos, como por exemplo, pelo o Programa Nacional de Suplementação de Ferro (PNSF). (Silva, *et al.,* 2007; Souza, *et al.,* 2002; Braga; Vitalle, 2010).

Portanto a suplementação do ferro irá ter uma variação no qual vai depender da idade e do sexo, sendo no caso das mulheres, devido aos períodos menstruais e de gestação é necessário consumir uma dose maior de ferro, comparado ao homem. E as crianças na prevenção de doenças. Então, como estratégia para manter esse

equilíbrio do ferro no organismo, é indicado suplementar esse elemento por meio da alimentação ou medicamentos (do Bomfim; Reis, 2022)

De acordo com o Programa Nacional de Suplementação de Ferro (PNSF), os alimentos ricos em ferro tipo heme são: carnes vermelhas, principalmente vísceras (fígado e miúdos), carnes de aves, suínos, peixes e mariscos. E do ferro não heme são: hortaliças folhosas verde-escuras e leguminosas, como o feijão e a lentilha.

E medicamentos como sulfato ferroso, fumarato ferroso, gluconato ferroso, os quais ambos previnem a anemia ferroprive. E para melhor absorção é do elemento ferro é indicado a suplementação da vitamina C. (do Bomfim; Reis, 2022).

3.5.2 Zinco

Figura 6 - Demonstração do elemento Zinco.

Fonte: Gonçalves (2023).

Como pode ser visto Tabela 1, o zinco é o segundo oligoelemento mais abundante no corpo humano. E assim como o ferro, o zinco, mesmo sendo encontrado em pouca quantidade no corpo humano, ele está presente em processos metabólicos importantes para que o organismo se mantenha em homeostase.

Mesmo sendo encontrado nos órgãos em pouca quantidade, esse elemento é essencial para a manutenção da vida, pois é um elemento químico necessário para que ocorra a atividade de diversas enzimas e proteínas, sendo elas, as carboxipeptidases, a álcool desidrogenase, a anidrase carbônica, a proteína C quinase, entre outros. De acordo com Mafra e Cozzolino (2004), o zinco tem características diferentes comparadas a outros metais de transição pelo fato de sua camada eletrônica “d” ser completa e consequentemente não participa de reações redox, agindo assim com características de ácido de Lewis por aceitar um par de elétrons, para ser um íon estável (Pereira; Hessel, 2009; Cruz; Soares, 2011; Mafra; Cozzolino, 2004).

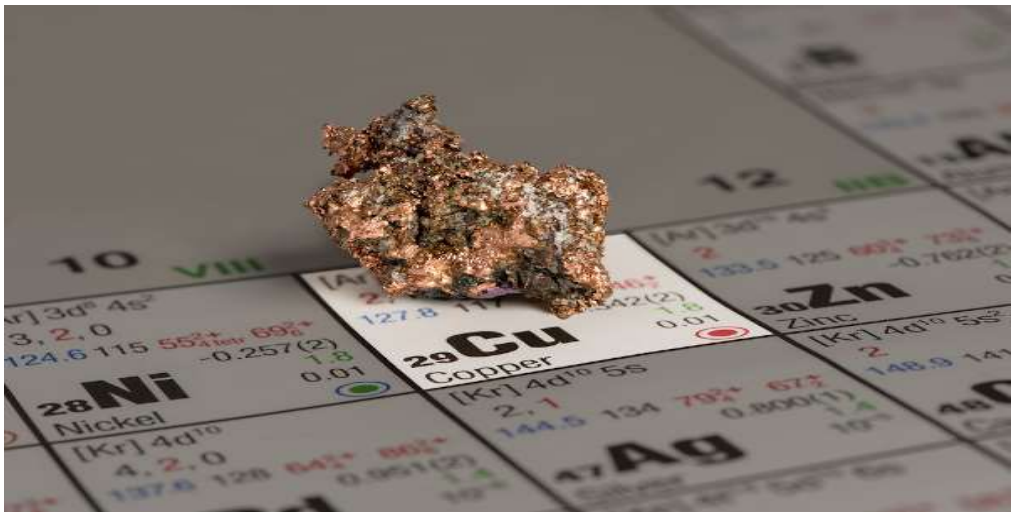
Das diversas funções do zinco no organismo, se destacam a participação desse metal em funcionamentos nos sistemas imunológicos, a participação nos hormônios tireoideanos (hormônios responsáveis e fundamentais para o crescimento e desenvolvimento de órgãos e tecidos), participação na criação e degradação de proteínas, lipídeos e carboidratos, na defesa antioxidante, função neurosensorial, e entre outros. Evidenciando cada vez mais a importância desse elemento no organismo vivo (Cruz; Soares, 2011; Sena; Pedrosa, 2005).

A deficiência desse elemento pode ocasionar problemas no processo metabólico. A Organização Mundial da Saúde (OMS) indica a ingestão desse elemento na gestação, já que sua carência pode ocasionar retardos no crescimento. A falta desse elemento pode provocar dificuldades na cicatrização de uma ferida, pneumonias, diarreias, malária (Sena; Pedrosa, 2005).

A recomendação deste nutriente para a população sadia é de 8mg/dia para mulheres e 11mg/dia para homens. Ostras, mariscos, carnes vermelhas, ovos, fígado e miúdos são consideradas as melhores fontes de zinco. Nozes e leguminosas são consideradas fontes boas de zinco. O consumo de zinco é influenciado pela fonte protéica da dieta (Cruz; Soares, 2011; Sena; Pedrosa, 2005; Mafra; Cozzolino, 2004; Pereira; Hessel, 2009).

3.5.3 Cobre

Figura 7 - Demonstração do elemento Cobre.



Fonte: Araújo (2020).

O cobre é o terceiro metal de transição mais abundante encontrado no organismo humano. Mesmo sendo um oligoelemento, esse metal é também de suma importância para os processos metabólicos do organismo.

Esse seu destaque no organismo é pelo fato do cobre participar de enzimas, que participam em processos de oxirredução, em proteínas, tendo certa afinidade com o elemento ferro, ajudando na sua absorção e no metabolismo do mesmo. E esse elemento está distribuído em todo o organismo, indicando ainda mais o seu papel importante na manutenção da vida (Sargentelli, *et al.,* 1996; Liberato; Aguiar, 2023; Rodrigues, *et al.,* 2012).

As enzimas e proteínas que tem a participação do cobre são, por exemplo, a Citocromo c oxidase (responsável pelo transporte de elétrons na mitocôndria), Tirosinase (produção da melanina), Fatores V e VIII da coagulação sanguínea (participando na coagulação sanguínea), Hefestina (Estimula a liberação de ferro dos enterócitos) (Koury; Donangelo, 2007).

A deficiência do cobre no organismo pode trazer uma série de problemas distúrbios, como anemias, função imunológica prejudicada, doenças cardiovasculares, como também a doença de Menks. O excesso também pode trazer

problemas, pois assim como o ferro, o cobre tem um grande potencial de ser tóxico para as células, pois sofre facilmente mudanças do estado de oxidação na forma de íon livre. Uma doença rara que pode levar o excesso de cobre é a doença de Wilson, o qual leva a uma rápida degeneração cerebral, geralmente acompanhada por convulsões, hipotermia e retardos do crescimento (Marques Júnior, *et al.,* 2024; Koury; Donangelo, 2007).

O cobre está bem distribuído nos alimentos, sendo suas maiores fontes as nozes, sementes, crustáceos, chocolate (por causa do cacau), ovos, farelo, pimentão, tomate, beterraba. Estimando para a dieta de cobre uma média de 2 a 5mg por dia. E ter essa ciência é de suma importância para um discente (Marques Júnior, *et al.,* 2024; Liberato; Aguiar, 2023; Koury; Donangelo, 2007).

3.5.4 Cobalto

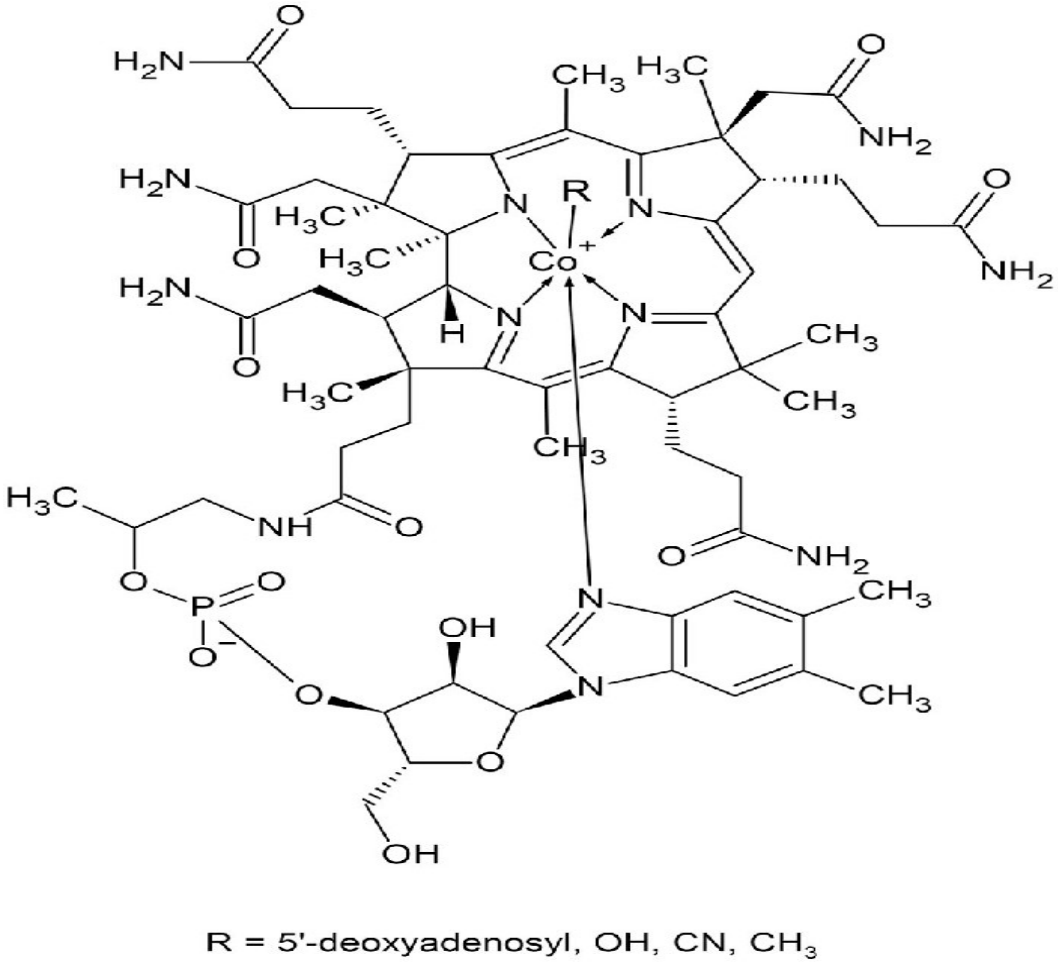
Figura 8 - Demonstração do elemento cobalto.

Fonte: Instituto do Desenvolvimento de Mineração do Brasil - IDM Brasil (2022).

O cobalto é um metal de transição bastante conhecido na produção de ligas metálicas nas indústrias, ou até mesmo na confecção de vidros e cerâmicas, ele oxidado é uma cor azulado. Entretanto, além do uso industrial, esse metal de transição é encontrado em pouquíssima quantidade em nosso organismo, participando em processos metabólicos fundamentais para a manutenção da vida.

O elemento cobalto, por exemplo, está presente no núcleo da 5'-desoxiadenosilcobalamina, conhecida como vitamina B_{12}, fazendo um complexo organometálico com o nitrogênio (figura 9), auxiliando na produção de glóbulos vermelho, ajudando a evitar doenças como anemia, entre outros. A vitamina B12 não é produzida no organismo humano, sendo produzidas exclusivamente em microrganismos. Sua carência pode levar à anemia perniciosa, que envolve sintomas como fadiga, diarreia, palidez, adormecimento ou formigamento das extremidades. Além desses sintomas, a ausência dessa vitamina pode ocasionar lesões cerebrais (Silva, 2022; Santos; Acioli, 2020).

Figura 9 - Estrutura da vitamina B12 (cobalamina).



Fonte: Sobczynska-Malefora (2021, p.2).

O acúmulo do cobalto no organismo pode provocar algumas consequências como náuseas, vômitos e até sérios problemas cardíacos. O que pode acontecer pela exposição em um trabalho em indústrias (Alves; Della Rosa, 2003).

Uma curiosidade interessante é o uso do Isótopo cobalto-60 na radioterapia. O cobalto é radioativo e com isso apresenta características específicas, como a radiação de meia-vida curto. As células danosas do câncer são mais “sensíveis” à radiação comparado às células normais, e quando expostas a essa radiação, pelo tempo e intensidade podem ser destruídas (Monteiro, 2016).

Então, manter o equilíbrio desse metal no organismo é de suma importância. O cobalto pode ser suplementado por meio da ingestão de alimentos ricos desse elemento, os quais são encontrados no nosso dia a dia, por exemplo no feijão, fígado, carnes bovinas, frutos do mar, ovos, leite de vaca, Nozes, vegetais folhosos e por meio da vitamina B_{12} (Santos; Acioli, 2020).

4 METODOLOGIA

O presente trabalho tem como objetivo mostrar a importância do estudo dos metais de transição, manifestar a proposta de um caminho alternativo, para um conteúdo que é pouco abordado no Ensino Médio. O intuito da pesquisa é apresentar um leque de possibilidades que o mesmo tem para conseguir a afeição do aluno pela matéria de Química, tendo a interdisciplinaridade e a contextualização como um meio estratégico para alcançar o seu objetivo.

4.1 Delineamento da pesquisa

Não existe conhecimento sem a aplicação de metodologias cientificas, como para pesquisas, é utilizado métodos que são chamados de conjuntos de atividades sistemáticas para que, com maior confiança, alcance o objetivo (Lakatos; Marconi, 1990).

Sendo assim essa pesquisa é de abordagem qualitativa, os quais não podem ser quantificados. De acordo com Da Fonseca (2002, p. 20), cita que:

> A pesquisa qualitativa se preocupa com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Para Minayou, (2001: 14) a pesquisa qualitativa “trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e nos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

A técnica que se enquadra nesse trabalho, é a pesquisa bibliográfica, onde é “desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (Gil,2007). E para tal pesquisa foi utilizado para coleta de dados em sites, como, Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES, Scielo. Usando palavras chaves, Metais de transição, importância para a vida, contextualização, interdisciplinaridade, ensino de Química, Ensino Médio, Ferro, Zinco, Cobre, Cobalto, íons complexos, complexos organometálicos.

Após a fundamentação teórica foram selecionados nove livros de Química do Ensino médio do volume 1 na faixa dos anos de 2004-2018, com o intuito de fazer uma análise de como o tema metais de transição é abordado nessas literaturas. A coleta desses livros foi por meio do site Professor Lucas Rodrigo Custódio, onde disponibiliza livros de Química para Ensino Médio.

E para essa análise foi usada a técnica descritiva de análise dos dados qualitativos junto com a categorização dos dados, onde Gil (2007), cita que “envolve a descrição dos procedimentos a serem adotados para analisar certo conteúdo” e “a categorização consiste na organização dos dados de forma que o pesquisador consiga tomar decisões e tirar conclusões a partir deles”. Com isso foi utilizado palavras-chave, sendo elas: Metais de transição, elemento de transição, metal de transição, elementos de transição, transição, complexo, ferro, zinco, cobre, cobalto, a escolha desses quatro elementos foi motivada pelo fato de serem abordados nesse trabalho. E após foi feita uma comparação entre as análises.

Por fim foi apresentado um plano de aula como um meio alternativo, mais um ensino mais produtivo. Para produção desse plano de aula, foi utilizado o modelo disponível pelo componente curricular de Estágio Supervisionado, do IFPE Campus Ipojuca.

Cabe destacar que para o desenvolvimento dessa pesquisa, foram considerados todos os aspectos éticos, no que se refere à confiabilidade, elegibilidade, fidedignidade dos dados coletados.

5 DISCUSSÕES E ANÁLISES

5.1 Abordagem sobre metais de transição em livros didáticos do Ensino Médio.

Devido ao desenvolvimento econômico-social e avanço das tecnologias, a compreensão sobre os metais de transição acaba sendo mais fundamental para o desenvolvimento de competências científicas no Ensino Médio, dado que cada elemento apresenta características únicas que exigem, consequentemente, uma abordagem didática diferente. Esses metais possuem características que difere dos demais elementos, e a característica que mais se destaca é a formação de íons complexos que são essenciais para a manutenção da vida. Em vista disso, nos últimos anos, existem diversos anais e artigos científicos que abordam as propriedades e características dos metais de transição que somam para o conhecimento crítico do indivíduo, sendo importante serem abordados no Ensino Médio. Nesses artigos expõe-se o uso da contextualização e interdisciplinaridade, sendo um meio estratégico para levar o aluno a interligar o ensino com o cotidiano que o mesmo vive.

A palavra contextualização começou a ser bastante utilizada após a divulgação dos parâmetros curriculares nacionais, por exemplo, o PCNEM. De acordo Wartha, *et al.,* (2013), a palavra para descrever melhor o termo contextualização é contextuação o qual vem da palavra contextuar, que significa “enraizar uma referência em um texto, de onde fora extraída, e longe do qual perde parte substancial de seu significado”. Sendo um meio estratégico essencial para a aprendizagem significativa (Wartha, *et al.,* 2013; Pelizzari, *et al.,* 2002).

Contextualizar a disciplina de Química não está apenas na ligação do conhecimento do cotidiano do discente com o conhecimento químico, o qual utiliza como exemplos ilustrações no decorrer de algum conteúdo. Contextualizar vai mais além, é por meio da utilização de uma situação-problema real e com isso buscar o conhecimento para resolver e entendê-las, buscando soluções. A simples transmissão da informação não é suficiente para que os alunos alcancem de forma significativa o conhecimento (Almeida, *et al.,* 2008).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM) apoiam o uso da contextualização e a interdisciplinaridade sendo os meios importantes para o processo da aprendizagem. De acordo com o PCNEM (Brasil, 2000, p. 78):

> A contextualização pode ser um recurso para conseguir esse objetivo. Contextualizar o conteúdo que se quer ser aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto.

O qual também, posteriormente, cita que (Brasil, 2000, p. 78):

> O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade.

E relacionando a interdisciplinaridade, diz que (Brasil, 2000, p. 78):

> Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade utiliza os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos.

Com isso a contextualização é discutida como um recurso por meio do qual utiliza para dar um novo significado ao conhecimento escolar, possibilitando ao aluno ter uma aprendizagem mais significativa (BRASIL, 2000; Pelizzari, *et al.,* 2002).

A contextualização no Ensino Médio sobre o tema metais de transição permite que os alunos consigam perceber a importância e a relevância desses elementos em diversas áreas, como na medicina, indústrias e em tecnologias diversas, o que pode levar o aluno a ter uma aprendizagem significativa e uma visão crítica (Pelizzari, *et al.,* 2002).

Mesmo com os avanços tecnológicos e disponibilidades de materiais didáticos diversos, os livros didáticos continuam sendo o recurso mais usado no Ensino Médio. Os livros didáticos são importantes no processo ensino-aprendizagem, vista que, por meio desse recurso didático os professores desenvolvem, organizam e orientam suas aulas, sendo também uma referência bibliográfica.

E por outro lado, para os alunos, servem como consulta, relacionando o mesmo com o que está sendo ensinado. Consequentemente, vários anais e artigos investigam os livros didáticos a fim de observar o conteúdo que está sendo abordado, se há algum erro conceitual, ou mesmo sua eficácia. Desse modo, é importantíssimo

que haja uma abordagem contextualizada nos livros dos assuntos, vista que é o recurso mais utilizado, com o intuito de ter uma aprendizagem mais produtiva (Carneiro, *et al.,* 2005; Wartha; Faljoni-Alário, 2005).

Sendo assim foram selecionados nove livros didáticos do Ensino Médio, especificamente o volume 1 deles, guiados pelo PNLD (Programa Nacional do Livro e do Material Didático) e os mais adotados nas escolas públicas para uma breve análise de como os metais de transição foram abordados, no período de 2004 á 2018. A escolha do volume 1 foi pelo fato de serem direcionado aos 1° ano do Ensino Médio, com o conteúdo dos elementos químicos e Tabela Periódica. E para essa análise, foram utilizadas palavras-chave, sendo elas: metais de transição, metal de transição, elementos de transição, elemento de transição, metal, metais, elemento, ferro, zinco, cobre e cobalto. Para melhor identificação, os livros didáticos estão na tabela 2 com o título, indicando o autor, o volume e a editora.

Quadro 2 - Livros didáticos do Ensino Médio escolhidos para análise.

Titulo	**Autor(es)**	**Volume**	**Editora**
Química	Ricardo Feltre	1 – 6°ed.	Moderna
Química	Ciscato, Pereira, Chemello e Proti	1	Moderna
Química conecte Lidi	Usberco e Salvador	1	Saraiva
Química na Abordagem do Cotidiano (Química Geral e Inorgânica)	Peruzzo e Canto	1 – 4°ed.	Moderna

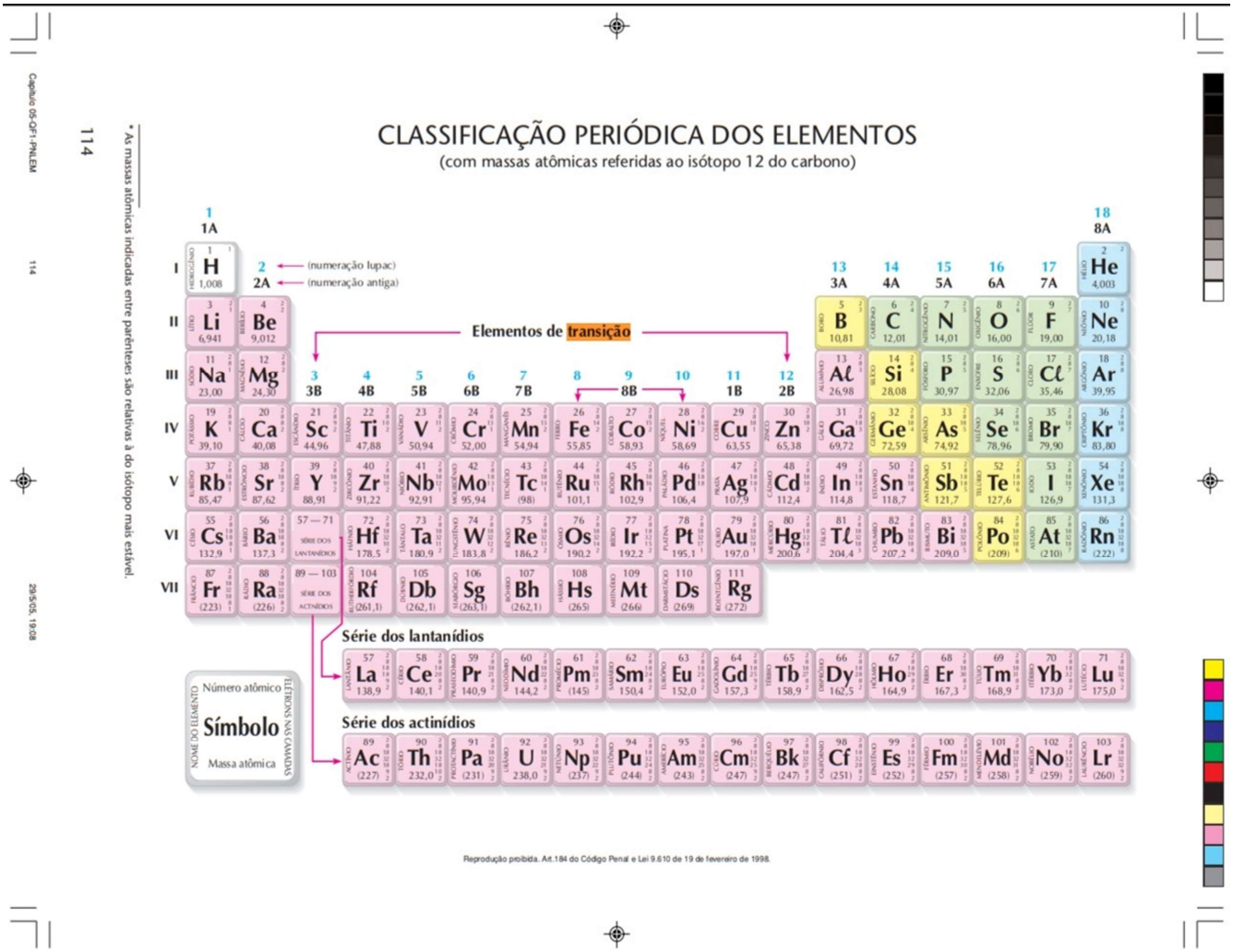
Ser protagonista Química 1	Lisboa, *et al.*	1 – 3°ed.	Edições SM Ltda
Conecte Live Química 1	Usberco, Spitaleri (PH), Salvador.	1	Saraiva
Química	Martha Reis	1	Ática
Química na abordagem do cotidiano	Eduardo Leite do Canto	1 – 1°ed.	Saraiva
Química cidadã	Wildson Santos & Gerson Mól	1 – 3°ed.	AJS

Fonte: O Autor (2025).

5.1.1 Química – Ricardo Feltre (2004).

O livro de Feltre (2004), aborda os elementos de transição em breves apresentações. A primeira aparição dos “metais de transição” está relacionada, diretamente, com a tabela periódica, sendo somente demonstrado onde fica localizado “nas colunas B”.

Figura 10 - Tabela periódica. Livro: Química volume 1.



Fonte: Feltre (2004, p.114).

Além de apresentar os metais de transição na tabela periódica, o livro indica a configuração eletrônica de cada elemento da tabela periódica, onde os metais de transição são mencionados, como condiz a figura abaixo.

Figura 11 - Tabelas auxiliares. Livro: Química volume 1.

TABELAS AUXILIARES

CONFIGURAÇÕES ELETRÔNICAS DOS ELEMENTOS

Período	Elemento	Número atômico	Número de elétrons em cada subcamada																	Número de elementos por período
			1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	7s	
1º	H	1	1																		2
	He	2	2																		
2º	Li	3	2	1																	8
	Be	4	2	2																	
	B	5	2	2	1																
	C	6	2	2	2																
	N	7	2	2	3																
	O	8	2	2	4																
	F	9	2	2	5																
	Ne	10	2	2	6																
3º	Na	11	2	2	6	1															8
	Mg	12	2	2	6	2															
	Aℓ	13	2	2	6	2	1														
	Si	14	2	2	6	2	2														
	P	15	2	2	6	2	3														
	S	16	2	2	6	2	4														
	Cℓ	17	2	2	6	2	5														
	Ar	18	2	2	6	2	6														
4º	K	19	2	2	6	2	6		1												18
	Ca	20	2	2	6	2	6		2												
	Sc	21	2	2	6	2	6	1	2												
	Ti	22	2	2	6	2	6	2	2												
	V	23	2	2	6	2	6	3	2												
	Cr	24	2	2	6	2	6	5	1												
	Mn	25	2	2	6	2	6	5	2												
	Fe	26	2	2	6	2	6	6	2												
	Co	27	2	2	6	2	6	7	2												
	Ni	28	2	2	6	2	6	8	2												
	Cu	29	2	2	6	2	6	10	1												
	Zn	30	2	2	6	2	6	10	2												
	Ga	31	2	2	6	2	6	10	2	1											
	Ge	32	2	2	6	2	6	10	2	2											
	As	33	2	2	6	2	6	10	2	3											
	Se	34	2	2	6	2	6	10	2	4											
	Br	35	2	2	6	2	6	10	2	5											
	Kr	36	2	2	6	2	6	10	2	6											
5º	Rb	37	2	2	6	2	6	10	2	6			1								18
	Sr	38	2	2	6	2	6	10	2	6			2								
	Y	39	2	2	6	2	6	10	2	6	1		2								
	Zr	40	2	2	6	2	6	10	2	6	2		2								
	Nb	41	2	2	6	2	6	10	2	6	4		1								
	Mo	42	2	2	6	2	6	10	2	6	5		1								
	Tc	43	2	2	6	2	6	10	2	6	6		1								
	Ru	44	2	2	6	2	6	10	2	6	7		1								
	Rh	45	2	2	6	2	6	10	2	6	8		1								
	Pd	46	2	2	6	2	6	10	2	6	10										
	Ag	47	2	2	6	2	6	10	2	6	10		1								
	Cd	48	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2								
	In	49	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	1							
	Sn	50	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	2							
	Sb	51	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	3							
	Te	52	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	4							
	I	53	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	5							
	Xe	54	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6							

1ª série de transição

2ª série de transição

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

03-Tabelas-QF1-PNLEM 378 29/5/05, 21:27

Fonte: Feltre (2004, p.378).

Entretanto o que chamou a atenção foi a utilização do tema metais de transição como exemplo na formação de sais complexos, utilizando a hemoglobina que contém o elemento ferro, podendo ser um gancho para mostrar algumas curiosidades.

Figura 12 - Sais complexos. Livro: Química volume 1.

c) Sais duplos ou mistos

São sais derivados de dois ácidos (ou duas bases) diferentes. Por exemplo:

- $KNaSO_4$ — sulfato duplo de sódio e potássio
- $CaC\ell Br$ — cloreto-brometo de cálcio

d) Sais hidratados ou hidratos

São sais que cristalizam com uma ou mais moléculas de água. Por exemplo:

$CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ — sulfato cúprico penta-hidratado

A água presente em sais desse tipo é chamada de **água de cristalização** ou **água de hidratação**.

e) Sais complexos

São os sais formados por um **cátion complexo** ou **ânion complexo**. Estes são formados por um átomo central (em geral, metais de transição, como Fe, Pt, Ag, Cu etc.) e íons ou moléculas (chamados **ligantes**) que se unem ao átomo central por ligações covalentes. Por exemplo:

- o cátion complexo $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, que é formado pelo cátion Cu^{2+} e 4 moléculas de NH_3;
- o ânion complexo $[Fe(CN)_6]^{4-}$, que é formado pelo cátion Fe^{2+} e por 6 ânions CN^-;

Como exemplo de um sal com cátion complexo, temos:

$[Cu(NH_3)_4]SO_4$ — sulfato de tetramin-cobre II

Como exemplo de um sal com ânion complexo, temos:

$K_4[Fe(CN)_6]$ — ferrocianeto de potássio

O GALO DO TEMPO

Substâncias complexas são muito importantes na manutenção da vida. Basta dizer que, em nosso sangue, existe a **hemoglobina**, que é um complexo de ferro com ligantes de estrutura complicada. O mesmo acontece com a **clorofila** dos vegetais, que é um complexo do magnésio.

A água já foi mencionada, acima, como **água de cristalização** em muitos sais. Em muitos casos a água funciona, na verdade, como um **ligante**, formando-se então um sal complexo. Tal fato é aproveitado em um pequeno enfeite chamado **galo do tempo**. Trata-se de um pequeno galo de gesso, recoberto com veludo impregnado de $NaC\ell$ e $CoC\ell_2$, que produzem $Na_2[CoC\ell_4]$. Com o tempo seco, o galo fica **azul**; em dias úmidos, fica **rosado**. Do ponto de vista químico, o que acontece é o seguinte:

EDUARDO SANTALIESTRA / CD

$$\underbrace{Na_2[CoC\ell]_4}_{\text{Azul}} + \underbrace{6\ H_2O}_{\text{Umidade do ar}} \overset{\text{úmido}}{\rightleftharpoons} \underbrace{[Co(H_2O)_6]\ C\ell_2}_{\text{Rosa}} + 2\ NaC\ell$$

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

5.4. Sais importantes

a) Cloreto de sódio — $NaC\ell$

É obtido da água do mar (processo de salinas) ou de minas subterrâneas (sal-gema). É usado diretamente na alimentação ou na conservação de carnes e de pescados. Na alimentação, é importante que o sal contenha pequenas quantidades de compostos do iodo (NaI, KI, $NaIO_3$ etc.); caso contrário, a pessoa poderá sofrer dilatação da glândula tireóide, uma doença conhecida como **bócio** ou **papo**. Uma solução aquosa com 0,92% de $NaC\ell$ é chamada de **soro fisiológico** e é usada em medicina.

O uso industrial mais importante de $NaC\ell$ é a produção de NaOH, H_2 e $C\ell_2$, pela reação:

$$2\ NaC\ell + 2\ H_2O \xrightarrow{\text{eletricidade}} 2\ NaOH + H_2' + C\ell_2'$$

C. REDONDO RUTUERTO / CD

Antigos utensílios expostos em uma galeria da mina de sal de Wielicza, Polônia, cuja exploração começou no século XIII.

210

Capítulo 08B-QF1-PNLEM 210 6/7/05, 14:44

Fonte: Feltre (2004, p.210).

Nesse caso, para deixar o conteúdo mais enriquecedor em relação ao metal de transição ser importante no organismo, o autor poderia mostrar a função da hemoglobina no organismo, indicando a aparição do ferro nessa proteína, por meio da ilustração da estrutura heme, mostrando na prática a formação de um íon complexo essencial para a vida dos animais. Entretanto as poucas linhas usadas pelo autor carecem de uma descrição mais aprofundada sobre a relevância desse tema.

5.1.2 Química – Ciscato, Pereira, Chemello e Proti (2016).

O livro de Química de Ciscato *et al. (*2016) fala sobre os elementos de transição, a princípio, de uma forma breve, utilizando o metal ferro destacando apenas algumas de suas propriedades físicas, como temperatura de ebulição e de fusão. A Figura 13 mostra essas informações.

Figura 13 - Temperatura de ebulição do ferro. Livro: Quimica

Nas temperaturas de 15 °C e 90 °C, a água está predominantemente no estado líquido, apesar da evaporação a 90 °C ser mais intensa que a 15 °C. Perceba que, ao atingir a temperatura de ebulição, ocorre a maior taxa de vaporização do material e, como característica, o valor da temperatura não varia (observe o patamar de temperatura quando a água chega ao valor 100 °C). Nesta temperatura coexistem os dois estados de agregação: líquido e de vapor.

Observe na tabela a seguir as temperaturas de ebulição de alguns materiais, considerando a mesma pressão.

Temperatura de ebulição, a pressão de 1 atm, para alguns materiais

Material	Temperatura de ebulição (°C)
Gás oxigênio	−183,0
Etanol	78,0
Benzeno	80,0
Ácido acético	117,9
Cloreto de sódio	1.465
Chumbo	1.749
Ferro	2.861

Fonte: LIDE, D. R. *CRC Handbook of chemistry and physics*. 78. ed. Boca Raton: CRC Press, 1997-1998.

Observe que a temperatura de ebulição é uma propriedade característica de cada material, ou seja, uma propriedade específica; assim, esse valor pode ser utilizado como indicativo da pureza de um material. No caso do gráfico mostrado anteriormente, se a amostra de água apresentasse impurezas, não seria observado o patamar com o valor da temperatura de ebulição, mas um intervalo de temperatura em que essa transição (do estado líquido para o de vapor) ocorre.

A temperatura de ebulição pode ser entendida como a temperatura na qual a pressão do vapor formado na vaporização do líquido se iguala à pressão atmosférica. No processo de ebulição, essa mudança é evidenciada pela formação de bolhas no líquido, sendo que no interior dessas bolhas há o vapor do líquido em ebulição. O vapor, por sua vez, em contato com superfícies que apresentam temperaturas menores (como a tampa de uma panela) é transformado para o estado líquido, em um processo denominado **liquefação** ou **condensação**.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

STOCKPHOTO/GETTY IMAGES

O aparecimento de bolhas contendo o vapor do líquido em seu interior indica o início da ebulição. Ao entrar em contato com uma superfície de menor temperatura, o vapor d'água é condensado.

Mas será que a temperatura de ebulição de um material é a mesma em qualquer lugar? Note que os dados sobre temperatura de ebulição no texto foram fornecidos acompanhados da informação sobre a pressão atmosférica. A pressão atmosférica não é a mesma em todos os lugares do planeta; ela varia conforme a altitude. Quanto maior a altitude, menor é a pressão atmosférica local. Observe na tabela a seguir as temperaturas de ebulição da água sob diversos valores de pressão atmosférica.

50

Fonte: Ciscato, *et al.* (2016, p. 50).

Além da utilização dos metais de transição como exemplos para demonstração da temperatura de ebulição e fusão, são utilizados no estudo da solubilidade dos materiais, entre outros.

Ciscato *et al.,* no capítulo 3 com o tema “Elementos químicos e tecnologia: modelos sobre a constituição da matéria” trazem por sua vez a importância dos metais para a sociedade, relacionando as suas propriedades, como, por exemplo, sua dureza, indicando serem essenciais para a revolução industrial, mostrando também como obter o cobre e o ferro (Figura 14).

Figura 14 - Elementos químicos e tecnologia: modelos sobre a constituição da matéria. Livro: Quimica.

CAPÍTULO 3

Elementos químicos e tecnologia: modelos sobre a constituição da matéria

JOCK FISTICK/BLOOMBERG/GETTY IMAGES

Neste capítulo serão estudadas algumas propostas para explicar o comportamento da matéria em níveis macroscópico e submicroscópico. Serão abordadas explicações propostas desde a Antiguidade até o início do século XX – explicitando suas aplicabilidades e limitações. Algumas das sugestões de organização dos diferentes tipos de átomos (elementos químicos) ao longo do tempo também serão exploradas, enfatizando-se a proposta de Mendeleev. Em seguida, com base na condutibilidade elétrica dos materiais, serão discutidos modelos para as ligações entre átomos e as propriedades decorrentes dessas ligações nas substâncias formadas.

Atomium, monumento belga construído em 1958, em Bruxelas, com 102 metros de altura e 2.400 toneladas (foto de 2013). Segundo cartões-postais da cidade, trata-se de uma representação ampliada do átomo do **ferro**. Será essa uma ideia plausível?

Aproveite a questão para levantar as ideias prévias dos alunos sobre a estrutura dos átomos. A pergunta será retomada no *Tema 3* quando as ligações metálicas forem abordadas.

Os metais: materiais essenciais para a sociedade

A pesquisa histórica sugere que a humanidade procura sempre garantir e melhorar suas condições de sobrevivência. Isso se manifesta, por exemplo, no desenvolvimento contínuo de ferramentas e utensílios. No princípio, as pedras (denominação informal para rochas e minerais), abundantes, eram a principal matéria-prima desses objetos. Elas podiam ser lascadas ou polidas para a fabricação de artefatos variados; mas algumas quebravam e/ou se desgastavam com facilidade. Há alguns milênios a humanidade percebeu que algumas pedras tinham propriedades diferentes. Elas não lascavam como as outras, permitindo a fabricação de artefatos mais resistentes, e podiam ser moldadas. Essas pedras apresentavam metais em sua constituição.

Obtenção do cobre e do ferro

Os metais raramente são encontrados na natureza não combinados a outros **elementos**. O **ferro**, por exemplo, costuma ser encontrado combinado com o oxigênio, formando o mineral hematita.

Explicite também que a palavra "elemento" aparece no contexto da Química com um significado próprio, mas relacionado a este apresentado no glossário, que será trabalhado ao longo do capítulo.

Elemento: parte constituinte de um todo.

78

Fonte: Ciscato, *et al.* (2016, p. 78).

O livro também cita o uso estratégico dos metais para obtenção de ligas metálicas, indicando serem importantes e podendo ser aplicados para a produção de veículos mais leves, mais econômicos e mais resistentes, como mostrado na figura 15.

Figura 15 - Metais de uso estratégico. Livro: Química.

Observe, na tabela a seguir, a produção de minério de ferro no Brasil expressa em milhões de toneladas (Mt) entre 2008 e 2013.

Produção de minério de ferro no Brasil	
Ano	**Produção (Mt)**
2008	351,2
2009	298,5
2010	372,1
2011	398,1
2012	400,6
2013	386,3

Fonte: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios>. Acesso em: out. 2015.

Tenacidade: propriedade relativa à resistência de um material ao impacto. Quanto mais tenaz, maior sua resistência.

Metais de uso estratégico

O ferro extraído do minério pode ser combinado posteriormente com outros metais para formar materiais com propriedades diferentes das dos metais isolados: as ligas metálicas. A adição de nióbio ao ferro, por exemplo, confere maior tenacidade e menor densidade ao material. Assim, as ligas de ferro-nióbio podem, entre outras aplicações, levar à produção de carros mais leves; portanto, mais econômicos e, ao mesmo tempo, mais resistentes.

O nióbio é um metal raro no planeta, mas de fundamental importância para a indústria de tecnologia de ponta. Por isso, sua demanda tem aumentado significativamente nos dias atuais. Ou seja, sua exploração apresenta grande vantagem econômica.

O Brasil possui, com larga vantagem, a maior reserva mundial de nióbio e é também o maior produtor desse metal. Observe.

FABIO COLOMBINI - MUSEU DE GEOCIÊNCIAS, USP, SÃO PAULO

O metal nióbio é obtido de minérios como a columbita.

Reserva e produção mundial de nióbio		
País	**Produção (milhares de toneladas) – 2014**	**Reservas (milhares de toneladas)**
Brasil	45.000	4.100.000
Canadá	5.000	200.000
Outros países	700	Indisponível

Fonte: U. S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries. Disponível em: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/niobium/mcs-2014-niobi.pdf>. Acesso em: nov. 2015.

Alguns metais só puderam ser separados de seus compostos em época relativamente recente. É o caso, por exemplo, do alumínio, cuja principal fonte é o mineral denominado bauxita. O alumínio, na forma combinada, é abundante na crosta terrestre (aproximadamente 8% em massa), porém só foi possível isolá-lo no início do século XIX. E sua produção em escala industrial só ocorreu no fim desse século, quando, de maneira independente, os cientistas Charles Hall (1863-1914) e Paul Héroult (1863-1914) desenvolveram um processo prático de obtenção do alumínio.

Em razão de sua baixa densidade (2,7 g/cm³ a 20 °C) em relação ao ferro (7,9 g/cm³ a 20 °C), o alumínio está na composição de ligas leves utilizadas na fabricação de aviões, cabos elétricos, perfis e embalagens. Segundo dados da Associação Brasileira do Alumínio (Abal), a produção brasileira foi de 962 mil toneladas em 2014.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Fonte: Ciscato, *et al.* (2016, p. 80).

A aparição dos metais de transição também se encontra no tema 2 do capítulo 3 do livro, o qual aborda a tabela periódica, mostrando a classificação dos elementos químicos: propriedades químicas e físicas, como demonstrado na figura 16.

Figura 16 - Classificação dos elementos químicos: propriedades químicas e físicas. Livro: Química.

Os átomos dos elementos químicos dispostos em um mesmo período possuem o **mesmo número de camadas eletrônicas**. Note, por exemplo, que os elementos químicos H e He são os únicos do primeiro período. Isso ocorre porque esses dois elementos químicos são os únicos que têm apenas uma camada eletrônica. O próximo elemento químico, o lítio, já apresenta duas camadas e, consequentemente, encontra-se no segundo período.

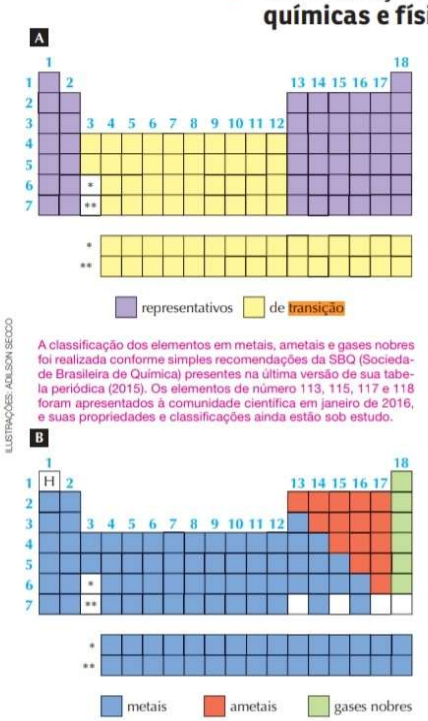
Como outro exemplo, analise as distribuições eletrônicas de dois elementos químicos do quarto período da tabela periódica.

Distribuições eletrônicas de elementos químicos do quarto período

	Camadas eletrônicas			
Elemento	**K**	**L**	**M**	**N**
$_{19}K$	2	8	~~9~~ 8	1
$_{36}Kr$	2	8	18	8

O potássio (K) e o criptônio (Kr) são elementos químicos com propriedades muito diferentes, mas ambos têm quatro níveis de energia – por isso, estão localizados no quarto período, ou seja, na quarta linha da tabela periódica.

Classificação dos elementos químicos: propriedades químicas e físicas



A classificação dos elementos em metais, ametais e gases nobres foi realizada conforme simples recomendações da SBQ (Sociedade Brasileira de Química) presentes na última versão de sua tabela periódica (2015). Os elementos de número 113, 115, 117 e 118 foram apresentados à comunidade científica em janeiro de 2016, e suas propriedades e classificações ainda estão sob estudo.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Elementos representativos e de transição

A periodicidade das propriedades dos elementos químicos dispostos na tabela periódica nem sempre segue uma tendência clara – isso depende do conjunto de elementos químicos analisados. Por exemplo, sabe-se que os elementos químicos centrais (em amarelo na figura **A**), chamados **de transição**, não apresentam uma clareza de periodicidade de propriedades, enquanto os elementos químicos nos extremos direito e esquerdo (em roxo), chamados **representativos**, seguem claramente as variações periódicas.

Ferro, cobre e nióbio, metais destacados no texto de abertura deste capítulo, são classificados como elementos químicos de transição.

Observe na figura **A** que os elementos químicos do grupo 12 foram classificados como de transição. No entanto, muitas vezes eles são deixados sem classificação, pois não possuem a distribuição eletrônica caracteristicamente associada a esse tipo de elemento químico. Ainda assim, as propriedades químicas dos elementos do grupo 12 são mais parecidas com as dos elementos de transição do que com as dos elementos representativos.

Metais, ametais e gases nobres

É possível, ainda, classificar os elementos químicos (o hidrogênio é a única exceção) em três conjuntos: **metais**, **ametais** (ou **não metais**) e **gases nobres**. Veja na figura **B** a disposição desses grupos na tabela periódica e as principais características desses conjuntos de elementos químicos a seguir.

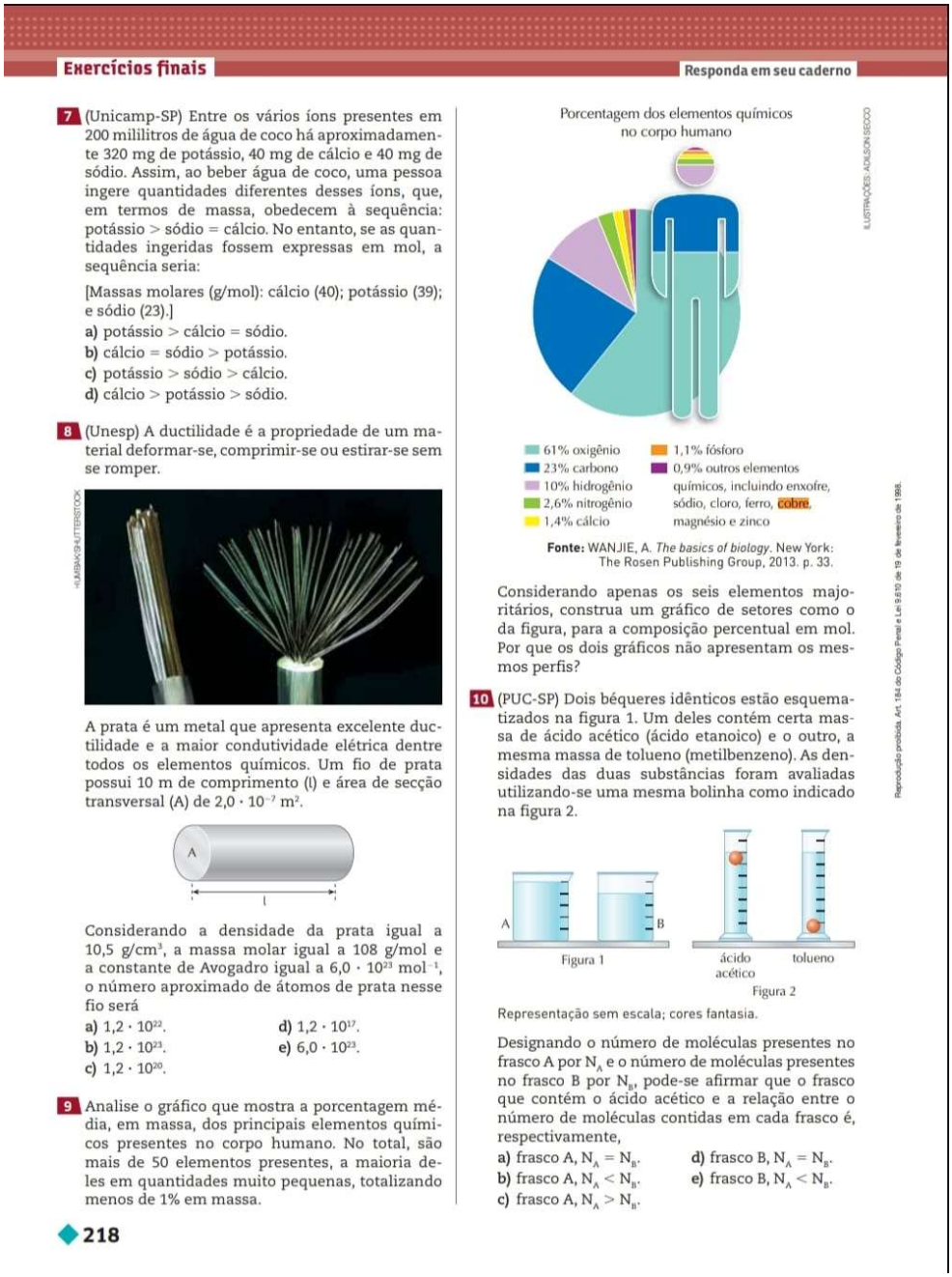
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Fonte: Ciscato, *et al.* (2016, p. 104).

Por fim, em um dos exercícios finais, relata sobre a porcentagem dos elementos Químicos no corpo humano, onde referência os elementos de acordo com sua quantidade no corpo humano. E nessa citação, aparecem os três metais de transição abundantes no organismo, sendo eles, o ferro, zinco e o cobre, podendo ser um

gancho para despertar curiosidades, explicar funções e a importância de um elemento de transição para o organismo.

Figura 17 - Porcentagem dos elementos Químicos no corpo humano. Livro: Química.



Exercícios finais — Responda em seu caderno

7 (Unicamp-SP) Entre os vários íons presentes em 200 mililitros de água de coco há aproximadamente 320 mg de potássio, 40 mg de cálcio e 40 mg de sódio. Assim, ao beber água de coco, uma pessoa ingere quantidades diferentes desses íons, que, em termos de massa, obedecem à sequência: potássio > sódio = cálcio. No entanto, se as quantidades ingeridas fossem expressas em mol, a sequência seria:

[Massas molares (g/mol): cálcio (40); potássio (39); e sódio (23).]

a) potássio > cálcio = sódio.
b) cálcio = sódio > potássio.
c) potássio > sódio > cálcio.
d) cálcio > potássio > sódio.

8 (Unesp) A ductilidade é a propriedade de um material deformar-se, comprimir-se ou estirar-se sem se romper.

A prata é um metal que apresenta excelente ductilidade e a maior condutividade elétrica dentre todos os elementos químicos. Um fio de prata possui 10 m de comprimento (l) e área de secção transversal (A) de $2{,}0 \cdot 10^{-7}$ m².

Considerando a densidade da prata igual a 10,5 g/cm³, a massa molar igual a 108 g/mol e a constante de Avogadro igual a $6{,}0 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹, o número aproximado de átomos de prata nesse fio será

a) $1{,}2 \cdot 10^{22}$.
b) $1{,}2 \cdot 10^{23}$.
c) $1{,}2 \cdot 10^{20}$.
d) $1{,}2 \cdot 10^{17}$.
e) $6{,}0 \cdot 10^{23}$.

9 Analise o gráfico que mostra a porcentagem média, em massa, dos principais elementos químicos presentes no corpo humano. No total, são mais de 50 elementos presentes, a maioria deles em quantidades muito pequenas, totalizando menos de 1% em massa.

Porcentagem dos elementos químicos no corpo humano

61% oxigênio
23% carbono
10% hidrogênio
2,6% nitrogênio
1,4% cálcio
1,1% fósforo
0,9% outros elementos químicos, incluindo enxofre, sódio, cloro, ferro, cobre, magnésio e zinco

Fonte: WANJIE, A. *The basics of biology*. New York: The Rosen Publishing Group, 2013. p. 33.

Considerando apenas os seis elementos majoritários, construa um gráfico de setores como o da figura, para a composição percentual em mol. Por que os dois gráficos não apresentam os mesmos perfis?

10 (PUC-SP) Dois béqueres idênticos estão esquematizados na figura 1. Um deles contém certa massa de ácido acético (ácido etanoico) e o outro, a mesma massa de tolueno (metilbenzeno). As densidades das duas substâncias foram avaliadas utilizando-se uma mesma bolinha como indicado na figura 2.

Figura 1 — Figura 2 (ácido acético, tolueno)

Representação sem escala; cores fantasia.

Designando o número de moléculas presentes no frasco A por N_A e o número de moléculas presentes no frasco B por N_B, pode-se afirmar que o frasco que contém o ácido acético e a relação entre o número de moléculas contidas em cada frasco é, respectivamente,

a) frasco A, $N_A = N_B$.
b) frasco A, $N_A < N_B$.
c) frasco A, $N_A > N_B$.
d) frasco B, $N_A = N_B$.
e) frasco B, $N_A < N_B$.

218

Fonte: Ciscato, *et al.* (2016, p. 218).

Vale destacar que, afora a questão mencionada na sua lista de exercícios, o referido livro não apresenta, dentro do capítulo analisado, nenhuma abordagem sobre

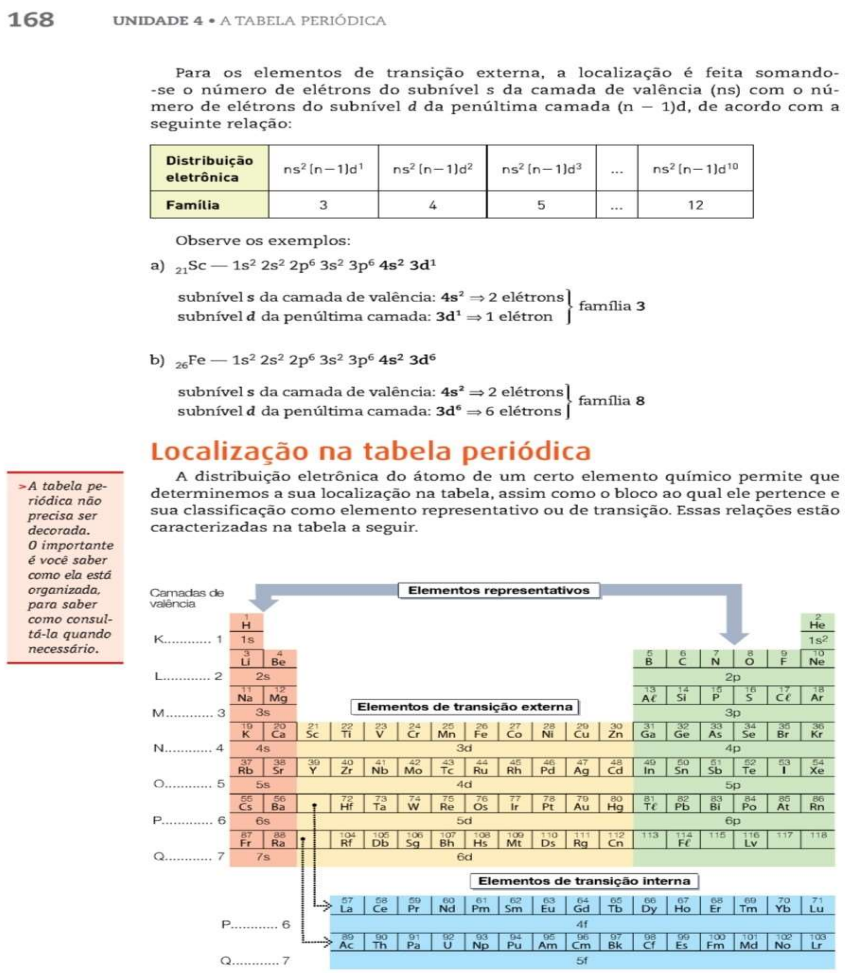
as características, importância, ou a função dos metais de transição para o metabolismo vital dos animais e vegetais.

5.1.3 Química Conecte Lidi Volume 1– Usberco e Salvador (2018).

O livro de Química Conecte de Usberco e Salvador (2018), assim como os demais, aborda superficialmente os metais de transição, muitas vezes citando apenas algumas propriedades físicas, tais como ponto de fusão e ebulição alto que eles possuem.

Entretanto, ao abordar a tabela periódica, o livro explica como localizar os metais de transição por meio de sua distribuição eletrônica, que, apesar da inegável importância desse conhecimento específico, essa abordagem carece de uma vinculação com a realidade do cotidiano do estudante, limitando-se à memorização de uma sistemática abstrata, como mostra a figura 18.

Figura 18 - localização na tabela periódica. Livro: Química conecte.



168 UNIDADE 4 • A TABELA PERIÓDICA

Para os elementos de transição externa, a localização é feita somando-se o número de elétrons do subnível *s* da camada de valência (ns) com o número de elétrons do subnível *d* da penúltima camada (n − 1)d, de acordo com a seguinte relação:

Distribuição eletrônica	$ns^2(n-1)d^1$	$ns^2(n-1)d^2$	$ns^2(n-1)d^3$	...	$ns^2(n-1)d^{10}$
Família	3	4	5	...	12

Observe os exemplos:

a) $_{21}Sc$ — $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ \mathbf{4s^2\ 3d^1}$

subnível **s** da camada de valência: $\mathbf{4s^2} \Rightarrow$ 2 elétrons
subnível **d** da penúltima camada: $\mathbf{3d^1} \Rightarrow$ 1 elétron } família **3**

b) $_{26}Fe$ — $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ \mathbf{4s^2\ 3d^6}$

subnível **s** da camada de valência: $\mathbf{4s^2} \Rightarrow$ 2 elétrons
subnível **d** da penúltima camada: $\mathbf{3d^6} \Rightarrow$ 6 elétrons } família **8**

Localização na tabela periódica

A tabela periódica não precisa ser decorada. O importante é você saber como ela está organizada, para saber como consultá-la quando necessário.

A distribuição eletrônica do átomo de um certo elemento químico permite que determinemos a sua localização na tabela, assim como o bloco ao qual ele pertence e sua classificação como elemento representativo ou de transição. Essas relações estão caracterizadas na tabela a seguir.

Fonte: Usberco; Salvador (2018, p.168).

O que chama a atenção é o meio como os autores tentam contextualizar os elementos de transição usando a Química das cores dos metais de transição nas tatuagens e na fabricação de vidros coloridos. Como mostra a figura 19.

Figura 19 - Elementos de transição e tatuagens. Livro: Química conecte.

Veja alguns exemplos de como se pode localizar o elemento químico por meio da distribuição eletrônica:

- $_{35}Br$ — $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$

camadas (níveis):
K = 2 L = 8 M = 18 N = 7

Características da distribuição eletrônica	Localização e classificação
4 camadas (**K, L, M, N**)	4º período
elétron de maior energia situado no subnível ***p*** ($4p^6$)	bloco ***p*** (elemento representativo)
7 elétrons na camada de valência ($4s^2\ 4p^5$)	família dos halogênios = 17

- $_{25}Mn$ — $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^5$

camadas (níveis):
K = 1 L = 8 M = 13 N = 2

Características da distribuição eletrônica	Localização e classificação
4 camadas (**K, L, M, N**)	4º período
elétron de maior energia situado no subnível ***d*** ($3d^6$)	bloco ***d*** (elemento de transição externa)
2 elétrons em $4s^2$ 5 elétrons em $3d^5$	família 7

QUÍMICA E SOCIEDADE

Elementos de transição e tatuagens

Os elementos de transição formam compostos coloridos. Devido a essa característica, são utilizados com várias finalidades; por exemplo, na fabricação de vidros coloridos e nas tatuagens.

Até alguns anos atrás, era grande a discriminação em relação às pessoas que se tatuavam, e muitas eram "rotuladas" de marginais. Embora ainda haja discriminação e o preconceito seja acentuado em alguns ambientes de trabalho, as tatuagens atualmente são vistas com mais naturalidade.

As tatuagens são entendidas, em vários grupos sociais, como formas de comunicação não verbal e servem para a identificação dos membros de um mesmo grupo (tribo ou comunidade), entre outras finalidades.

Tipos de tatuagens

- **Temporárias**: normalmente são feitas utilizando-se uma substância conhecida por **hena** (*Lawsonia inermis*), planta encontrada originalmente na Índia e em países do Oriente Médio. A coloração natural da hena é marrom ou ferrugem, e ela não é tóxica. Para que ela apresente outras colorações, porém — por exemplo, preta —, recebe a adição de carbono ou de alguma substância contendo chumbo e mercúrio, ambos nocivos.
- **Definitivas**: a técnica utilizada nessa forma de tatuagem consiste em introduzir na derme, com o auxílio de agulhas, pigmentos coloridos, que ficam retidos nas células da derme de maneira permanente. Os mais comuns são:

Pigmento	Cor
carbono	preto
sulfeto de mercúrio	preto
sais de cádmio	amarelos ou vermelhos
sais de crômio	verdes
sais de cobalto	azuis
sais de ferro	acastanhados, rosados e amarelos
óxido de titânio	branco

Arcid/Imagens/Ciências Laboratorio

As tatuagens devem ser feitas com agulhas descartáveis para evitar o risco de contaminação por doenças infectocontagiosas.

Quando uma pessoa decide fazer esse tipo de tatuagem, deve estar consciente de que o processo é doloroso e pode trazer riscos à saúde. As agulhas devem ser descartáveis, pois uma agulha contaminada pode transmitir doenças como hepatites B e C e Aids. A remoção das tatuagens permanentes também é um processo doloroso e só pode ser feita utilizando *laser*. O resultado, entretanto, não é muito satisfatório, pois a região fica com uma cicatriz.

Fonte: Usberco; Salvador (2018, p.169).

A tatuagem é uma prática antiga, utilizada para identificação de filiação de grupos, ligações com tribos. No decorrer do tempo, foi utilizada em movimentos *punk*, como outros tipos de grupos. Pelo fato do metal de transição ter uma facilidade de gerar íons complexos coloridos, esses metais são utilizados para confecções de tatuagens, como pode ser visto na figura 17. Para o escritor deixar o conteúdo mais rico, o mesmo poderia trazer que riscos a tatuagem pode trazer ao corpo humano por meio da aplicação desses tipos de pigmento, como por exemplo, o sulfeto de cádmio, conhecido popularmente como “pigmento amarelo”, que pode causar reações de hipersensibilidade após exposição solar. No caso do sulfeto de mercúrio, as exposições ao organismo podem ocasionar alterações no sistema nervoso central, aumento de risco cardiovascular, entre outros. E com isso, proporcionar um conhecimento que leve o estudante a refletir criticamente sobre os impactos desses metais à saúde humana, visando inclusive a uma melhoria da sua qualidade de vida (Giuberti, 2010; Devidis, 2019; Santos, *et al.,* 2021).

Além dos autores trazerem a curiosidade das tatuagens num quadro sobre Química e sociedade, os mesmos, em outra oportunidade, utilizam um quadro sobre a Química e saúde como pode ser visto na figura 20. Nessa parte, os autores falam sobre algumas curiosidades, especificamente sobre a utilização de uma dieta com baixo teor de sódio para pessoas hipertensas. E na parte final, traz uma breve exposição sobre a importância da suplementação do ferro para pessoas anêmicas, mostrando onde pode se encontrar esse tipo de elemento, em medicamento ou nos alimentos, como por exemplo, no fígado do boi. Porém, o livro trata o metal de transição de maneira breve, sendo o assunto principal a dieta com baixo teor de sódio.

Figura 20 - Química e Saúde. Livro: Química conecte.

QUÍMICA E SAÚDE

Dieta com baixo teor de sódio

Os médicos costumam prescrever às pessoas hipertensas (que têm pressão alta) uma dieta com baixo teor de sódio. Isso não significa que elas devam diminuir o consumo de sódio metálico (Na). Na verdade, ninguém consome sódio metálico. O sódio é um metal muito reativo que, em contato com a água, libera grande quantidade de energia.

A recomendação médica refere-se aos *íons sódio* $(Na)^+$ ingeridos quando consumimos, por exemplo, o sal de cozinha $(Na^+C\ell^-)$. Apesar de possuírem nomes e símbolos semelhantes, o átomo (Na) e o íon $(Na)^+$ apresentam comportamento químico muito diferente.

Uma maneira de diminuir a ingestão de íons Na^+ é substituir o sal de cozinha comum pelo sal *light*.

> *O sal* light *não é indicado para pessoas com problemas renais. O mau funcionamento dos rins pode levar a um acúmulo de potássio no corpo, o que aumenta os riscos de problemas cardíacos. Por isso, só deve ser utilizado mediante recomendação médica.*

Arquivo da autor

O sal *light* é formado por 50% de cloreto de sódio (NaCℓ) e 50% de cloreto de potássio (KCℓ). É indicado por médicos e nutricionistas para pessoas hipertensas.

R. Barreto

O açaí e os flocos de cereais contêm grande quantidade de ferro.

Exemplo semelhante ocorre quando os médicos prescrevem ferro a pessoas anêmicas. O que os médicos recomendam é a ingestão de íons ferro II $(Fe)^{2+}$, encontrados, por exemplo, em sais de ferro II, como o sulfato ferroso $(Fe^{2+}SO_4^{2-})$.

A ingestão de íons Fe^{2+} é normalmente feita por meio da alimentação. O fígado de boi, por exemplo, é um alimento rico em ferro.

Para ir além

1. Faça uma análise de sua alimentação e pesquise a quantidade de sódio presente em cada alimento que você ingere. Elabore uma tabela em seu caderno.

   A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo máximo diário de sódio não passe de 2 000 mg. Sua sugestão de sódio está dentro do valor ideal?

2. Considere que uma marca de sal iodado apresenta 991 g de NaCℓ para cada quilo do produto. Qual será a quantidade de KCℓ encontrada por quilo de sal na versão *light* da mesma marca?

3. Além de cloreto de sódio, o sal de cozinha iodado contém outro sal (KIO_3), em menor quantidade. Qual é a função do iodato de potássio para ele ser adicionado ao sal de cozinha?

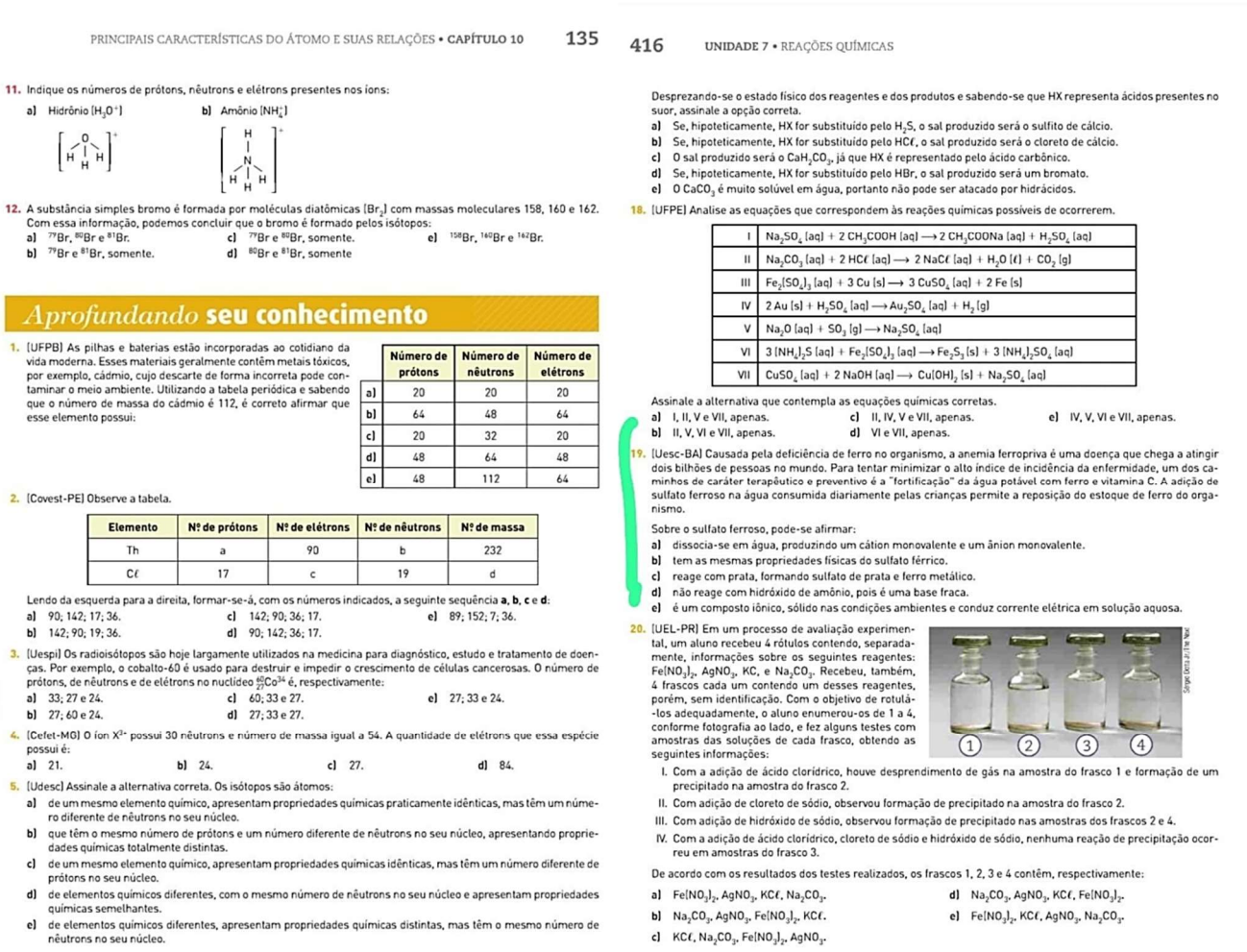
4. A prescrição de sais de íons de ferro para pessoas com anemia muitas vezes causa confusão — entende-se que o doente deva comer ferro na sua forma metálica. Isso ocorre porque o nome do metal e do íon é o mesmo. Entretanto, sem engano algum pode-se recomendar que quem tem deficiência de ferro se alimente de comidas cozidas em panelas feitas desse metal, ou, ainda, em comunidades de grande carência alimentar, que se coloquem pregos na panela em que é feito o feijão, retirando-os posteriormente. Qual o motivo dessa recomendação?

Fonte: Usberco; Salvador (2018, p.208).

.

E por fim, os autores em duas questões, uma da Uespi e a outra da Uesc-BA, trazem informações bem interessantes, como pode ser visto na figura 21, podendo ser um gancho para deixar a aula bem contextualizada, trazendo a importância dos elementos de transição para o organismo. Na questão da Uespi, fala-se sobre a deficiência do ferro que causa anemia ferropriva, trazendo solução para vencer esse problema, e na questão da Uesc-BA fala sobre a utilização do cobalto-60 para impedir o crescimento das células cancerígenas. Entretanto essas informações são de exercícios, os quais são importantes, porém não tem alguma parte no livro que fale sobre isso em específico.

Figura 21 - Exercícios que abordam sobre elemento de transição. Livro: Química conecte.



PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO ÁTOMO E SUAS RELAÇÕES • CAPÍTULO 10 135

11. Indique os números de prótons, nêutrons e elétrons presentes nos íons:
a) Hidrônio (H_3O^+) b) Amônio (NH_4^+)

12. A substância simples bromo é formada por moléculas diatômicas (Br_2) com massas moleculares 158, 160 e 162. Com essa informação, podemos concluir que o bromo é formado pelos isótopos:
a) ^{79}Br, ^{80}Br e ^{81}Br.
b) ^{79}Br e ^{81}Br, somente.
c) ^{79}Br e ^{80}Br, somente.
d) ^{80}Br e ^{81}Br, somente
e) ^{158}Br, ^{160}Br e ^{162}Br.

Aprofundando **seu conhecimento**

1. (UFPB) As pilhas e baterias estão incorporadas ao cotidiano da vida moderna. Esses materiais geralmente contêm metais tóxicos, por exemplo, cádmio, cujo descarte de forma incorreta pode contaminar o meio ambiente. Utilizando a tabela periódica e sabendo que o número de massa do cádmio é 112, é correto afirmar que esse elemento possui:

	Número de prótons	Número de nêutrons	Número de elétrons
a)	20	20	20
b)	64	48	64
c)	20	32	20
d)	48	64	48
e)	48	112	64

2. (Covest-PE) Observe a tabela.

Elemento	Nº de prótons	Nº de elétrons	Nº de nêutrons	Nº de massa
Th	a	90	b	232
Cℓ	17	c	19	d

Lendo da esquerda para a direita, formar-se-á, com os números indicados, a seguinte sequência **a**, **b**, **c** e **d**:
a) 90; 142; 17; 36.
b) 142; 90; 19; 36.
c) 142; 90; 36; 17.
d) 90; 142; 36; 17.
e) 89; 152; 7; 36.

3. (Uespi) Os radioisótopos são hoje largamente utilizados na medicina para diagnóstico, estudo e tratamento de doenças. Por exemplo, o cobalto-60 é usado para destruir e impedir o crescimento de células cancerosas. O número de prótons, de nêutrons e de elétrons no nuclídeo $^{60}_{27}Co^{3+}$ é, respectivamente:
a) 33; 27 e 24.
b) 27; 60 e 24.
c) 60; 33 e 27.
d) 27; 33 e 27.
e) 27; 33 e 24.

4. (Cefet-MG) O íon X^{3-} possui 30 nêutrons e número de massa igual a 54. A quantidade de elétrons que essa espécie possui é:
a) 21. b) 24. c) 27. d) 84.

5. (Udesc) Assinale a alternativa correta. Os isótopos são átomos:
a) de um mesmo elemento químico, apresentam propriedades químicas praticamente idênticas, mas têm um número diferente de nêutrons no seu núcleo.
b) que têm o mesmo número de prótons e um número diferente de nêutrons no seu núcleo, apresentando propriedades químicas totalmente distintas.
c) de um mesmo elemento químico, apresentam propriedades químicas idênticas, mas têm um número diferente de prótons no seu núcleo.
d) de elementos químicos diferentes, com o mesmo número de nêutrons no seu núcleo e apresentam propriedades químicas semelhantes.
e) de elementos químicos diferentes, apresentam propriedades químicas distintas, mas têm o mesmo número de nêutrons no seu núcleo.

416 UNIDADE 7 • REAÇÕES QUÍMICAS

Desprezando-se o estado físico dos reagentes e dos produtos e sabendo-se que HX representa ácidos presentes no suor, assinale a opção correta.
a) Se, hipoteticamente, HX for substituído pelo H_2S, o sal produzido será o sulfito de cálcio.
b) Se, hipoteticamente, HX for substituído pelo HCℓ, o sal produzido será o cloreto de cálcio.
c) O sal produzido será o $CaHCO_3$, já que HX é representado pelo ácido carbônico.
d) Se, hipoteticamente, HX for substituído pelo HBr, o sal produzido será um bromato.
e) O $CaCO_3$ é muito solúvel em água, portanto não pode ser atacado por hidrácidos.

18. (UFPE) Analise as equações que correspondem às reações químicas possíveis de ocorrerem.

I	Na_2SO_4 (aq) + 2 CH_3COOH (aq) ⟶ 2 CH_3COONa (aq) + H_2SO_4 (aq)
II	Na_2CO_3 (aq) + 2 HCℓ (aq) ⟶ 2 NaCℓ (aq) + H_2O (ℓ) + CO_2 (g)
III	$Fe_2(SO_4)_3$ (aq) + 3 Cu (s) ⟶ 3 $CuSO_4$ (aq) + 2 Fe (s)
IV	2 Au (s) + H_2SO_4 (aq) ⟶ Au_2SO_4 (aq) + H_2 (g)
V	Na_2O (aq) + SO_3 (g) ⟶ Na_2SO_4 (aq)
VI	3 $(NH_4)_2S$ (aq) + $Fe_2(SO_4)_3$ (aq) ⟶ Fe_2S_3 (s) + 3 $(NH_4)_2SO_4$ (aq)
VII	$CuSO_4$ (aq) + 2 NaOH (aq) ⟶ $Cu(OH)_2$ (s) + Na_2SO_4 (aq)

Assinale a alternativa que contempla as equações químicas corretas.
a) I, II, V e VII, apenas.
b) II, V, VI e VII, apenas.
c) II, IV, V e VII, apenas.
d) VI e VII, apenas.
e) IV, V, VI e VII, apenas.

19. (Uesc-BA) Causada pela deficiência de ferro no organismo, a anemia ferropriva é uma doença que chega a atingir dois bilhões de pessoas no mundo. Para tentar minimizar o alto índice de incidência da enfermidade, um dos caminhos de caráter terapêutico e preventivo é a "fortificação" da água potável com ferro e vitamina C. A adição de sulfato ferroso na água consumida diariamente pelas crianças permite a reposição do estoque de ferro do organismo.

Sobre o sulfato ferroso, pode-se afirmar:
a) dissocia-se em água, produzindo um cátion monovalente e um ânion monovalente.
b) tem as mesmas propriedades físicas do sulfato férrico.
c) reage com prata, formando sulfato de prata e ferro metálico.
d) não reage com hidróxido de amônio, pois é uma base fraca.
e) é um composto iônico, sólido nas condições ambientes e conduz corrente elétrica em solução aquosa.

20. (UEL-PR) Em um processo de avaliação experimental, um aluno recebeu 4 rótulos contendo, separadamente, informações sobre os seguintes reagentes: $Fe(NO_3)_2$, $AgNO_3$, KC, e Na_2CO_3. Recebeu, também, 4 frascos cada um contendo um desses reagentes, porém, sem identificação. Com o objetivo de rotulá-los adequadamente, o aluno enumerou-os de 1 a 4, conforme fotografia ao lado, e fez alguns testes com amostras das soluções de cada frasco, obtendo as seguintes informações:

Sergio Dotta Jr./The Next

I. Com a adição de ácido clorídrico, houve desprendimento de gás na amostra do frasco 1 e formação de um precipitado na amostra do frasco 2.
II. Com adição de cloreto de sódio, observou formação de precipitado na amostra do frasco 2.
III. Com adição de hidróxido de sódio, observou formação de precipitado nas amostras dos frascos 2 e 4.
IV. Com a adição de ácido clorídrico, cloreto de sódio e hidróxido de sódio, nenhuma reação de precipitação ocorreu em amostras do frasco 3.

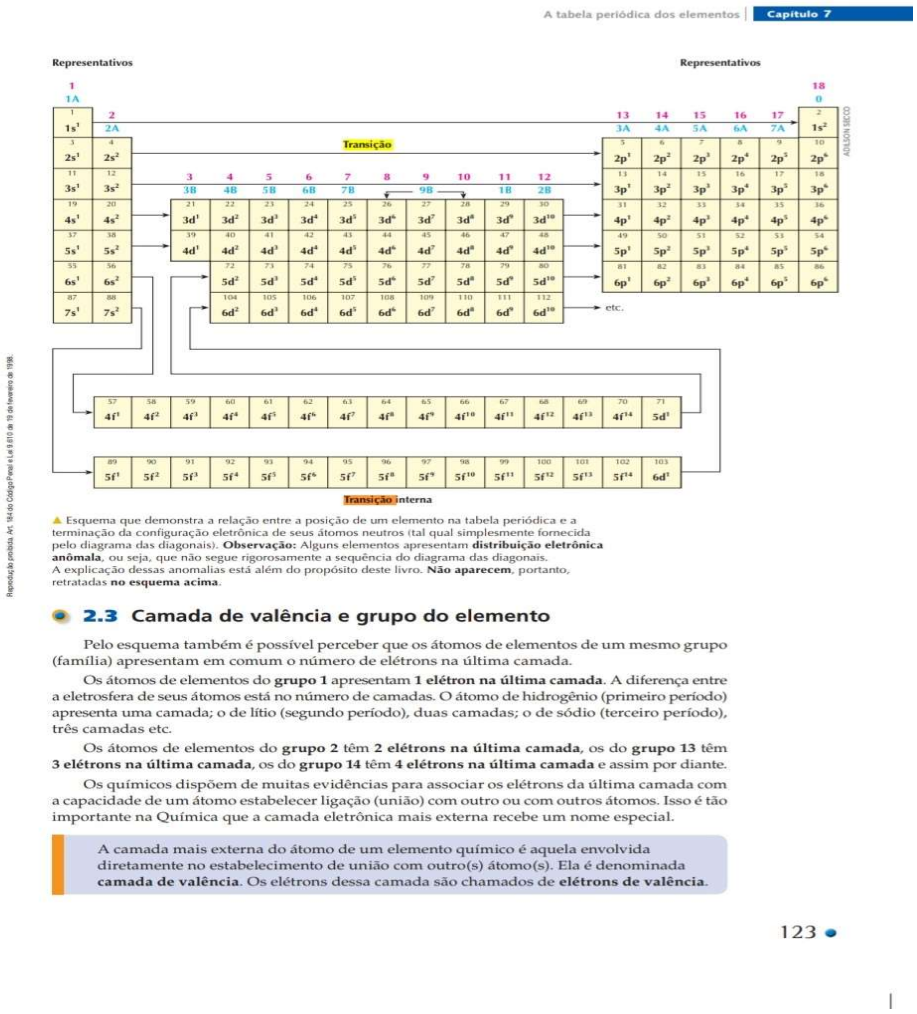
De acordo com os resultados dos testes realizados, os frascos 1, 2, 3 e 4 contêm, respectivamente:
a) $Fe(NO_3)_2$, $AgNO_3$, KCℓ, Na_2CO_3.
b) Na_2CO_3, $AgNO_3$, $Fe(NO_3)_2$, KCℓ.
c) KCℓ, Na_2CO_3, $Fe(NO_3)_2$, $AgNO_3$.
d) Na_2CO_3, $AgNO_3$, KCℓ, $Fe(NO_3)_2$.
e) $Fe(NO_3)_2$, KCℓ, $AgNO_3$, Na_2CO_3.

Fonte: Usberco; Salvador (2018, p.416).

5.1.4 Química na abordagem do cotidiano (Química Geral e Inorgânica) – Peruzzo e Canto (2006).

No livro de Peruzzo e Canto 2006, assim como os demais, aborda-se o elemento de transição com exemplos para especificar temas como ponto de ebulição e fusão, ligações químicas e formação de ligas metálicas, entre outros. Os metais de transição também aparecem superficialmente quando é abordada a tabela periódica, limitando-se a mostrar sua localização como mostra na figura 22.

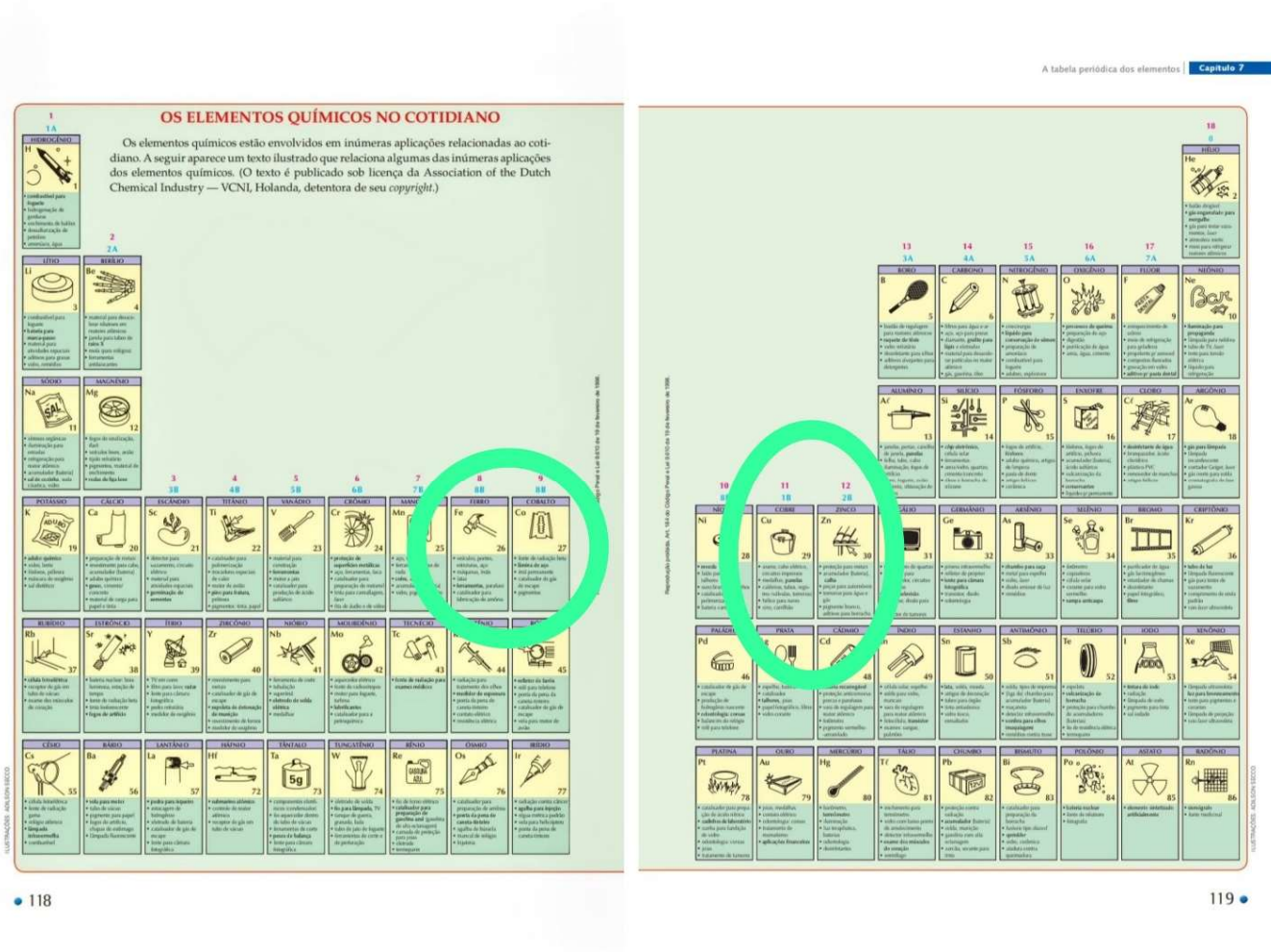
Figura 22 - Localização dos metais de transição. Livro: Química na abordagem do cotidiano.



Fonte: Peruzzo; Canto (2006, p.123).

Os autores, em uma parte do livro, expõem uma curiosidade relacionada aos elementos Químicos, trazendo características em relação ao cotidiano. Entretanto, ao analisar em específico os elementos de transição ferro, zinco, cobre e cobalto, foi percebido que a menção que os autores trazem está ligado ao lado tecnológico desses elementos, como por exemplo, o uso do ferro para ferramentas, o zinco na proteção para metais, o cobre nos arames. Porém, em relação ao cobalto, cita sobre os íons de radiação beta, entretanto de forma superficial, como pode ser visualizado na figura 23.

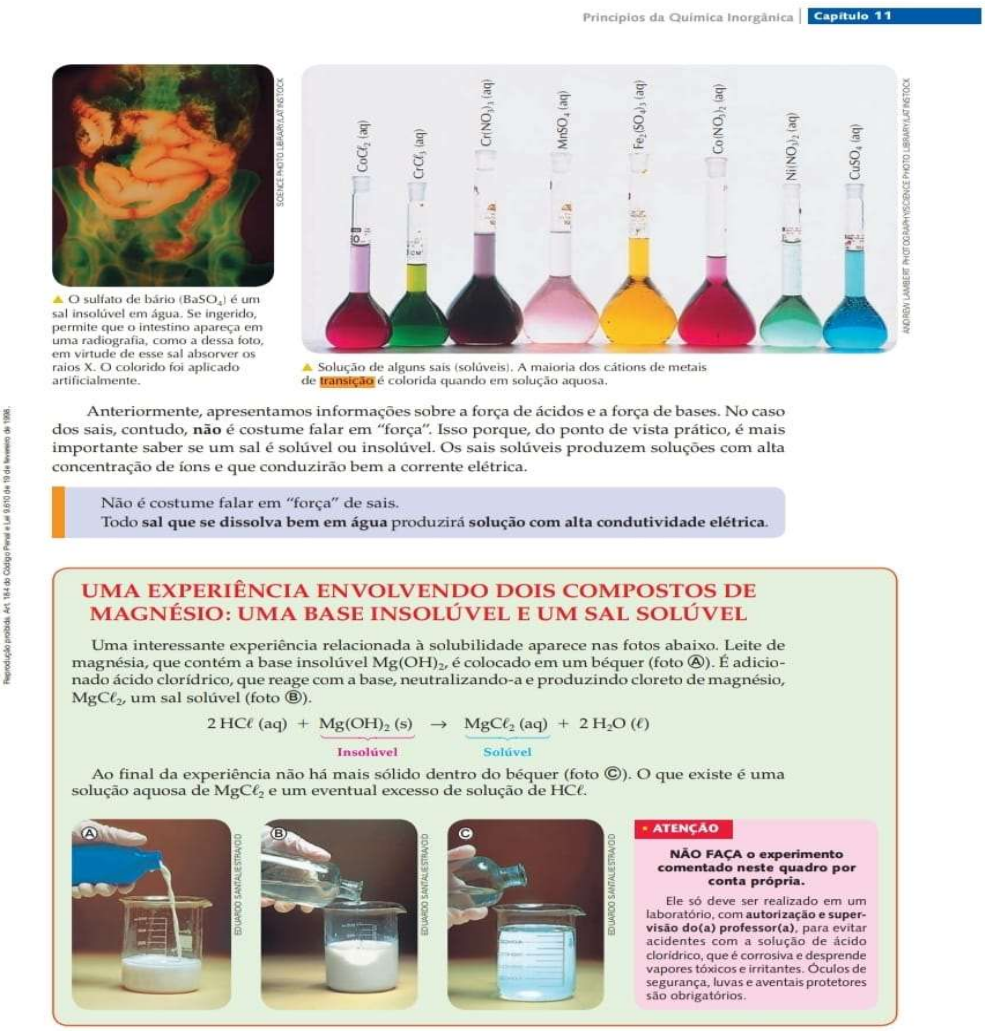
Figura 23 - Os elementos Químicos no cotidiano. Livro: Química na abordagem do cotidiano.



Fonte: Peruzzo; Canto (2006, p.118-119).

O livro também apresenta sobre a característica da maioria dos cátions de metais de transição serem coloridos em uma solução aquosa, como pode ser visto na figura 24, a seguir.

Figura 24 - Metais de transição colorida em solução aquosa. Livro: Química na abordagem do cotidiano.



Princípios da Química Inorgânica | Capítulo 11

SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

▲ O sulfato de bário ($BaSO_4$) é um sal insolúvel em água. Se ingerido, permite que o intestino apareça em uma radiografia, como a dessa foto, em virtude de esse sal absorver os raios X. O colorido foi aplicado artificialmente.

$CoCl_2$ (aq) | $CrCl_3$ (aq) | $Cr(NO_3)_3$ (aq) | $MnSO_4$ (aq) | $Fe_2(SO_4)_3$ (aq) | $Co(NO_3)_2$ (aq) | $Ni(NO_3)_2$ (aq) | $CuSO_4$ (aq)

ANDREW LAMBERT PHOTOGRAPHY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/LATINSTOCK

▲ Solução de alguns sais (solúveis). A maioria dos cátions de metais de transição é colorida quando em solução aquosa.

Anteriormente, apresentamos informações sobre a força de ácidos e a força de bases. No caso dos sais, contudo, **não** é costume falar em "força". Isso porque, do ponto de vista prático, é mais importante saber se um sal é solúvel ou insolúvel. Os sais solúveis produzem soluções com alta concentração de íons e que conduzirão bem a corrente elétrica.

Não é costume falar em "força" de sais.
Todo **sal que se dissolva bem em água** produzirá **solução com alta condutividade elétrica**.

UMA EXPERIÊNCIA ENVOLVENDO DOIS COMPOSTOS DE MAGNÉSIO: UMA BASE INSOLÚVEL E UM SAL SOLÚVEL

Uma interessante experiência relacionada à solubilidade aparece nas fotos abaixo. Leite de magnésia, que contém a base insolúvel $Mg(OH)_2$, é colocado em um béquer (foto Ⓐ). É adicionado ácido clorídrico, que reage com a base, neutralizando-a e produzindo cloreto de magnésio, $MgC\ell_2$, um sal solúvel (foto Ⓑ).

$$2\,HC\ell\,(aq) + \underbrace{Mg(OH)_2\,(s)}_{\text{Insolúvel}} \rightarrow \underbrace{MgC\ell_2\,(aq)}_{\text{Solúvel}} + 2\,H_2O\,(\ell)$$

Ao final da experiência não há mais sólido dentro do béquer (foto Ⓒ). O que existe é uma solução aquosa de $MgC\ell_2$ e um eventual excesso de solução de $HC\ell$.

Ⓐ Ⓑ Ⓒ

EDUARDO SANTALESTRAVOD

▪ ATENÇÃO

NÃO FAÇA o experimento comentado neste quadro por conta própria.

Ele só deve ser realizado em um laboratório, com **autorização e supervisão do(a) professor(a)**, para evitar acidentes com a solução de ácido clorídrico, que é corrosiva e desprende vapores tóxicos e irritantes. Óculos de segurança, luvas e aventais protetores são obrigatórios.

231

Fonte: : Peruzzo; Canto (2006, p.231).

5.1.5 Ser protagonista Química 1 – Lisboa, et al., (2016).

Assim como os demais livros investigados nesse trabalho, ao citar sobre o metal de transição, é mostrado a localização na tabela periódica, e o usa como exemplo nos assuntos como oxirredução, ligação química, entre outros. Uma curiosidade interessante é que o livro fala sobre o metal de transição ser importante no desenvolvimento da sociedade, como pode ser visto na figura 25 a seguir.

Figura 25 - Metais de transição no desenvolvimento da sociedade. Livro: Ser protagonista Química 1.

Conhecimento químico

O conhecimento químico formal teve início no século XVI, quando foi estabelecida a concepção de ciência moderna. Parte dele, entretanto, sempre esteve presente nas sociedades e na relação cotidiana do ser humano com a natureza.

O domínio do fogo significou um grande avanço tecnológico para a humanidade. Além da iluminação noturna, do aquecimento e da proteção contra o ataque de animais, o fogo permitiu o cozimento de alimentos, ampliando as possibilidades de consumo de vegetais e carnes.

Reconhecer materiais inflamáveis, apagar a chama usando água ou areia, verificar transformações nos alimentos ao assá-los ou cozinhá-los constituem conhecimento químico. Esse saber foi obtido de **modo empírico**, ou seja, com base em observação, prática, erros e acertos.

As carnes passaram a ser conservadas por mais tempo ao serem defumadas (em contato com a fumaça), secas ao sol ou salgadas.

Um dos passos decisivos para o desenvolvimento das sociedades foi a identificação dos metais e das suas propriedades adequadas para a produção de ferramentas. Os primeiros metais a serem utilizados – ouro, prata e cobre – eram extraídos diretamente da natureza, sem a necessidade de processos que envolvessem transformações.

De algum modo, o ser humano percebeu que certos minérios, quando expostos ao fogo, transformavam-se em metais. Chumbo e estanho foram obtidos dessa forma.

Entre 2000 e 3000 a.C., algumas civilizações dominaram a produção e o uso do bronze (mistura metálica de cobre e estanho), um material resistente e adequado para a confecção de armas e ferramentas. Essa tecnologia impulsionou a agricultura e permitiu uma nova organização econômica das sociedades.

Por volta de 1500 a.C., foi possível produzir o ferro a partir de seus minérios, com o desenvolvimento de fornos capazes de atingir temperaturas mais elevadas que a de fogueiras. As ligas obtidas desse metal produziam ferramentas e armas muito mais resistentes que as de bronze.

O desenvolvimento da cerâmica, do vidro, das técnicas de mumificação e de alguns medicamentos são outros exemplos de aquisição de conhecimento das transformações e propriedades dos materiais.

A contribuição da Química para a sociedade

A Química é responsável por uma série de avanços científicos e tecnológicos que têm contribuído para o aumento da qualidade e da expectativa de vida do ser humano.

Entre essas contribuições, merecem destaque o aumento da produção agrícola, o desenvolvimento de medicamentos e de novos materiais (biodegradáveis e recicláveis) e a produção de combustíveis menos poluentes.

Apesar de todos esses benefícios, o que predomina na sociedade é uma imagem negativa da Química, pois são muitos os processos industriais que geram resíduos tóxicos, os quais, quando não são devidamente tratados, provocam sérios danos ambientais. Dessa forma, é comum as pessoas relacionarem a palavra "química" com poluição, contaminação, desastres, situações de perigo ou risco de explosão.

Apesar desse aspecto negativo e da necessidade de reversão desse quadro, a Química tem uma participação fundamental no desenvolvimento da sociedade.

Os profissionais dessa área – professores, pesquisadores, químicos industriais e técnicos químicos de nível médio – não são diferentes dos demais profissionais: o que todos buscam é um mundo melhor, em que as pessoas tenham mais qualidade de vida, mais conforto e segurança.

QUÍMICA TEM HISTÓRIA

Contribuições da alquimia* para a Química moderna

Os alquimistas foram responsáveis pelo desenvolvimento de inúmeras técnicas de laboratório, entre elas a calcinação, a destilação, a cristalização e o aquecimento em banho de areia e em banho-maria, muitas delas utilizadas nos laboratórios atuais.

Eles obtiveram também alguns materiais, como o ácido sulfúrico e o ácido nítrico, e investigaram algumas de suas propriedades, como a capacidade de dissolver metais.

Ann Ronan/Picture Library/AKP

Os alquimistas desenvolveram uma técnica de destilação muito semelhante à atual.

*A alquimia caracterizava-se por um conjunto de práticas e técnicas realizado na Idade Média por pessoas que buscavam, por exemplo, meios para obter a transmutação de metais em ouro, que era considerado um símbolo da perfeição.

Capítulo 1 - Química: objeto de estudo e aplicações

14

Não escreva no livro.

Fonte: Lisboa (2016, p.14).

O livro mostra o uso do cloreto de ferro na separação de misturas no tratamento de água, estando presente na etapa floculação. Como pode ser visto na figura 26.

Figura SEQ Figura * ARABIC 26 - Separação de misturas no tratamento de água. Livro: Ser protagonista Química 1.

Catação

Método manual de separação. A escolha de arroz ou de feijão para cozinhar é um processo de catação.

Peneiração ou tamização

Esse método é utilizado quando os sólidos apresentam grãos de diferentes tamanhos, que são separados com o auxílio de uma peneira, cuja malha fina permite a passagem dos sólidos menores.

A peneiração é muito utilizada pelos pedreiros para separar o cascalho da areia na preparação da argamassa.

Ventilação

Esse processo costuma ser adotado quando um dos componentes apresenta baixa densidade e pode ser arrastado por uma corrente de ar. É o que ocorre na separação da casca dos grãos no beneficiamento de cereais ou de café.

Extração por solventes

Nesse método, é usado um líquido para extrair um dos componentes de uma mistura. Por exemplo, a adição de água à mistura de gasolina e álcool, seguida da agitação desse sistema em um funil de decantação, forma duas fases: uma delas constituída de água e álcool, e a outra, de gasolina (a água extrai o álcool da gasolina). Outro exemplo: na preparação de um chá, a água quente extrai alguns componentes da erva responsáveis pela cor, aroma, etc.

Separação magnética

É aplicada quando um dos componentes apresenta propriedades magnéticas. Uma mistura formada por ferro e alumínio pode ser separada por um ímã, que atrai apenas o ferro. Esse processo também é chamado de **imantação**.

Cristalização fracionada

Aplica-se a misturas líquidas de vários sólidos em um solvente, quando se quer obter pelo menos uma das substâncias que estão dissolvidas. Nesse processo pode-se provocar a evaporação do solvente ou a diminuição da temperatura da mistura. Em qualquer caso, um dos componentes começará a cristalizar enquanto os outros ainda permanecerão dissolvidos. Com a retirada do componente que cristalizou, pode-se continuar com o processo e da mesma forma obter os outros componentes.

R-PK.rio.com.br

Catação de feijão, prática comum no preparo desse alimento.

Ernesto Reghran/Pulsar Imagens

Trabalhador em plantação de café – fase de ventilação. Santa Mariana (PR). Foto de 2013.

SAIBA MAIS

Separação de misturas no tratamento da água

O estudo de todos esses processos auxilia na compreensão do tratamento da água. A primeira fase, chamada de **clarificação**, é constituída de três etapas: **floculação** (adição de sulfato de alumínio ou de cloreto de ferro e cal, que são substâncias que aglutinam as impurezas); **decantação** (deposição dos flocos de sujeira no fundo do decantador); e **filtração** (retenção das partículas que não foram separadas na decantação). Nessa fase, a água ainda não está pronta para consumo. Ela precisa ser submetida à **desinfecção**: os microrganismos são eliminados com a adição de cloro. Em algumas estações a água também recebe flúor (**fluoretação**), para ajudar na prevenção contra cáries nos dentes.

Fonte de pesquisa: Sabesp. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>. Acesso em: 26 fev. 2016.

AM Studio/ID/BR

Esquema dos processos utilizados para o tratamento da água. Representação fora de escala e em cores-fantasia.

Não escreva no livro.

47

Fonte: Lisboa (2016, p.47).

O livro também indica a importância das ligas metálicas dos elementos de transição. Além de abordar sobre as ligas metálicas, cita algumas curiosidades sobre alguns metais, fazendo uma interdisciplinaridade entre a Química e Geografia. Sendo bom a ser abordado, porém não nada relacionado ao organismo vivo. Como pode ser analisado na figura 27.

Figura 27 - Ligas metálicas/ Química e Geografia. Livro: Ser protagonista Química 1.

Ligas metálicas

As **ligas metálicas** são conhecidas desde a Antiguidade. Bronze e ligas de ouro já eram usadas para a fabricação de armas e joias, respectivamente. Ligas metálicas são misturas homogêneas sólidas, formadas principalmente por dois ou mais metais, em proporções variáveis, podendo apresentar também certos elementos não metálicos em sua composição.

A natureza da ligação metálica explica a possibilidade de interação entre metais de diferentes elementos.

O ouro, metal conhecido pela sua inércia química e maleabilidade, é, na verdade, um metal macio, que pode ser facilmente riscado. Para a confecção de joias, utiliza-se uma liga contendo 75% (em massa) de ouro e o restante de cobre e prata – essa é a composição do ouro 18 quilates, uma liga que apresenta a dureza adequada para a joia e que mantém o brilho e a durabilidade do ouro.

A descoberta do bronze impulsionou as civilizações antigas, pois a mistura de cobre e estanho apresentava características adequadas para a confecção de ferramentas e de armas.

O ferro – metal de maior produção na atualidade – tem baixíssima aplicação com elevada pureza. Entretanto, o aço, uma liga de ferro contendo 0,2% a 1,5% (em massa) de carbono, apresenta uma extensa gama de aplicações. A adição de outros metais (veja a tabela abaixo) confere ao aço certas características, como dureza (aço usado em objetos de corte), resistência à oxidação (aço inoxidável), resistência à tração (cabos de aço) e resistência mecânica.

Algumas ligas metálicas se destacam por sua baixa temperatura de fusão. É o caso de uma das ligas empregadas na constituição de certos fusíveis especiais, denominada *metal wood*, formada por bismuto, chumbo, estanho e cádmio. Como essa liga se funde a 70 °C, seu emprego é adequado à proteção de circuitos elétricos, pois, caso haja sobrecarga, o fusível derrete, interrompendo o circuito e protegendo os demais componentes do sistema.

A liga de bismuto apresenta baixa temperatura de fusão. Por isso é usada em fusíveis, que protegem o circuito quando há sobrecarga.

A tabela abaixo traz a composição e a aplicação de algumas ligas metálicas.

Liga	Composição mais comum (porcentagens em massa)	Aplicação
Bronze	67% Cu e 33% Sn	sinos, moedas, estátuas
Aço inoxidável	80% Fe; 0,5% C; 18% Cr; 1,5% Ni	panelas, tubulações
Metal wood	50% Bi; 27% Pb; 13% Sn; 10% Cd	fusíveis
Latão	95% a 55% Cu e 5% a 45% Zn	peças de máquinas, instrumentos de sopro
Prata de lei	95% Ag e 5% Cu	joias e bijuterias
Amálgama odontológico	70% Ag; 18% Sn; 10% Cu; 2% Hg	obturações dentárias

Fonte de pesquisa: CANTO, E. L. do. *Minerais, minérios, metais*: de onde vêm? para onde vão? São Paulo: Moderna, 2004.

Não escreva no livro.

SAIBA MAIS

Aplicações de metais puros

Alguns metais apresentam grande aplicação quando utilizados em elevado grau de pureza.

O cobre eletrolítico possui teor de pelo menos 99,9% de Cu e é o material mais adequado para fios de condução de eletricidade, unindo baixa resistividade elétrica, alta ductilidade e resistência à oxidação.

O alumínio é outro metal que tem grande aplicação sem a necessidade de formar ligas metálicas. O material das embalagens de bebidas, grades e portões contém praticamente só alumínio metálico. Essa composição garante durabilidade, baixa densidade e boa resistência à corrosão do ar. Apesar de muito reativo, o metal, geralmente, está recoberto por camada de óxido de alumínio (Al_2O_3), que o protege contra a corrosão.

Outra vantagem da utilização do alumínio puro é a facilidade para reciclar o metal, processo que apresenta vantagens econômicas devido à economia de energia em relação à produção do alumínio a partir do seu minério – a bauxita.

Bobinas de alumínio reciclado são usadas para fazer latas de alumínio, telhas, entre outras aplicações.

Química e Geografia

Minerais e metais

O domínio do fogo significou um grande avanço tecnológico para a humanidade. Além dos exemplos citados no capítulo 2, o fogo possibilitou diversas transformações da matéria, como a extração de metais a partir de seus minerais.

Os minerais são formados por processos físicos, químicos e geológicos. Alguns deles são constituídos de uma única substância, como é o caso do diamante. No entanto, a maioria desses minerais é uma mistura.

Para que um material seja classificado como mineral, ele precisa ser sólido nas condições ambientes, ter sido formado naturalmente, apresentar composição química definida, ser constituído de substâncias inorgânicas e ter estrutura cristalina, ou seja, as espécies químicas que compõem o material precisam possuir uma disposição espacial ordenada.

Alumínio

O Brasil é o terceiro maior produtor de bauxita, mineral cujo principal componente é o óxido de alumínio (Al_2O_3). As reservas brasileiras de bauxita são estimadas em 3,8 bilhões de toneladas, o que corresponde à quinta maior reserva mundial. Os principais estados produtores de bauxita são Pará e Minas Gerais.

O alumínio, extraído do mineral, pode ser utilizado em embalagens, utensílios domésticos, na construção civil, na estrutura de aviões e foguetes. Uma parte dessa produção é destinada às indústrias químicas e de refratários.

Bauxita.

Ferro

O Brasil assume lugar de destaque no cenário internacional na produção de minérios de ferro. Isso ocorre devido ao alto teor de ferro encontrado em seus minérios. A hematita, predominante no Pará, possui teor de 60% (*m/m*) de ferro,ou seja, a cada 100 g do mineral, 60 g correspondem ao óxido de ferro(III) – Fe_2O_3.

O ferro é muito utilizado na fabricação de diversos tipos de aço empregados na construção civil e nas indústrias naval e aeronáutica.

Amostras de minério de ferro.

Ouro

Esse metal é encontrado na forma de pepitas e em aluviões (depósitos em águas fluviais). O ouro também pode estar combinado com outros minérios (como impureza), sendo extraído como subproduto. Os estados produtores de ouro no Brasil são Minas Gerais, Goiás, Bahia e Pará.

Cobre

Os principais minérios de cobre encontrados no Brasil, em ordem de abundância, são: a bornita (cujo principal componente é o Cu_5FeS_4), a calcocita (cujo principal constituinte é o Cu_2S) e a calcopirita (cujo principal componente é o $CuFeS_2$).

Os principais estados produtores de minérios de cobre são Pará, Goiás e Bahia. O cobre é utilizado principalmente na construção civil e para a produção de cabos e fios.

Bornita.

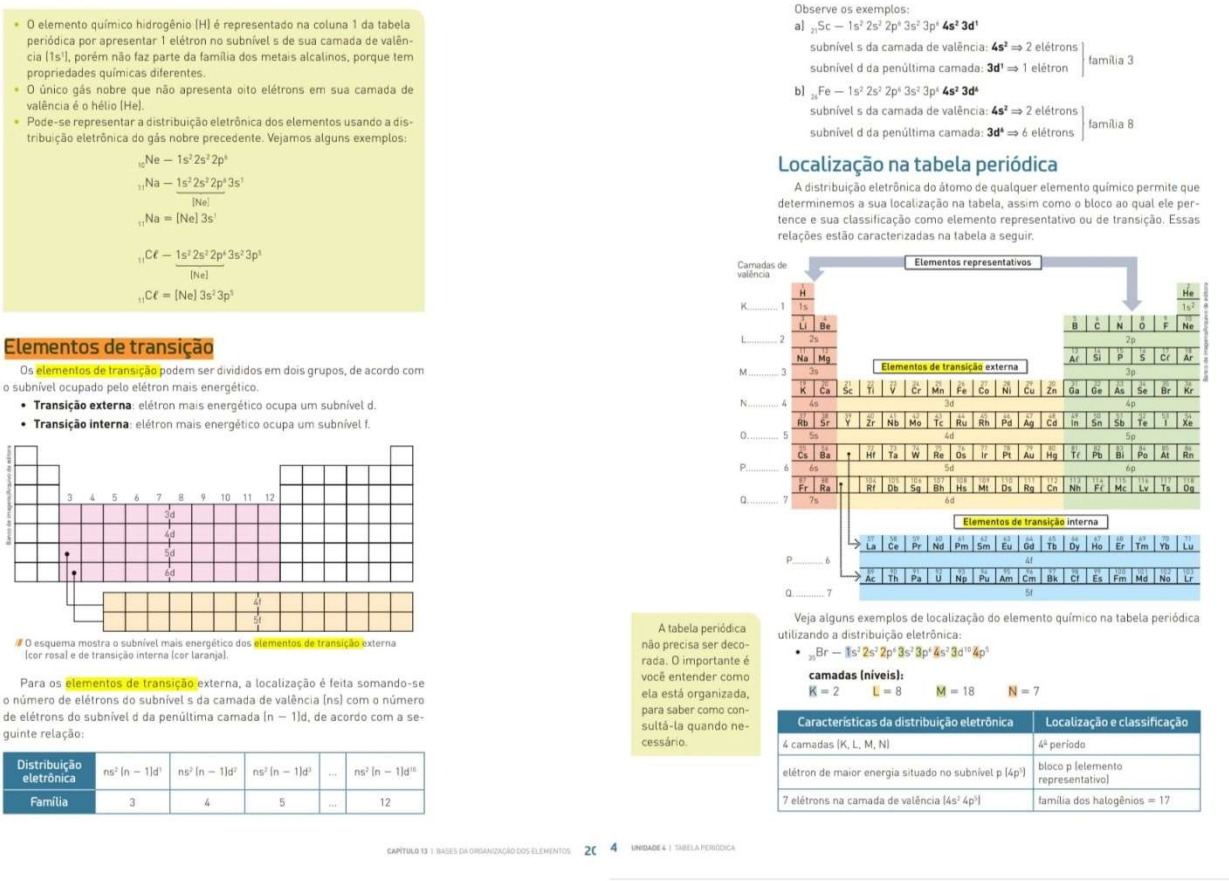
Não escreva no livro.

Fonte: Lisboa (2016, p.133, 284).

5.1.6 Conecte Live Química 1 – Usberco, Spitaleri (PH), Salvador, (2018).

Assim como os demais livros analisados nesse trabalho, esse exemplar fala sobre os elementos de transição indicando a sua localização na tabela periódica, como pode ser visto na figura 28.

Figura 28 - Representação dos elementos de transição na tabela periódica. Livro: Conecte Live Química 1.



- O elemento químico hidrogênio (H) é representado na coluna 1 da tabela periódica por apresentar 1 elétron no subnível s de sua camada de valência ($1s^1$), porém não faz parte da família dos metais alcalinos, porque tem propriedades químicas diferentes.
- O único gás nobre que não apresenta oito elétrons em sua camada de valência é o hélio (He).
- Pode-se representar a distribuição eletrônica dos elementos usando a distribuição eletrônica do gás nobre precedente. Vejamos alguns exemplos:

$_{10}Ne$ — $1s^2 2s^2 2p^6$

$_{11}Na$ — $\underbrace{1s^2 2s^2 2p^6}_{[Ne]} 3s^1$

$_{11}Na = [Ne]\,3s^1$

$_{11}C\ell$ — $\underbrace{1s^2 2s^2 2p^6}_{[Ne]} 3s^2 3p^5$

$_{11}C\ell = [Ne]\,3s^2 3p^5$

Elementos de transição

Os elementos de transição podem ser divididos em dois grupos, de acordo com o subnível ocupado pelo elétron mais energético.

- **Transição externa**: elétron mais energético ocupa um subnível d.
- **Transição interna**: elétron mais energético ocupa um subnível f.

O esquema mostra o subnível mais energético dos elementos de transição externa (cor rosa) e de transição interna (cor laranja).

Para os elementos de transição externa, a localização é feita somando-se o número de elétrons do subnível s da camada de valência (ns) com o número de elétrons do subnível d da penúltima camada (n − 1)d, de acordo com a seguinte relação:

Distribuição eletrônica	$ns^2 (n-1)d^1$	$ns^2 (n-1)d^2$	$ns^2 (n-1)d^3$	...	$ns^2 (n-1)d^{10}$
Família	3	4	5	...	12

CAPÍTULO 13 | BASES DA ORGANIZAÇÃO DOS ELEMENTOS 2C

Observe os exemplos:

a) $_{21}Sc$ — $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ $\mathbf{4s^2 3d^1}$

subnível s da camada de valência: $\mathbf{4s^2} \Rightarrow$ 2 elétrons
subnível d da penúltima camada: $\mathbf{3d^1} \Rightarrow$ 1 elétron } família 3

b) $_{26}Fe$ — $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ $\mathbf{4s^2 3d^6}$

subnível s da camada de valência: $\mathbf{4s^2} \Rightarrow$ 2 elétrons
subnível d da penúltima camada: $\mathbf{3d^6} \Rightarrow$ 6 elétrons } família 8

Localização na tabela periódica

A distribuição eletrônica do átomo de qualquer elemento químico permite que determinemos a sua localização na tabela, assim como o bloco ao qual ele pertence e sua classificação como elemento representativo ou de transição. Essas relações estão caracterizadas na tabela a seguir.

Camadas de valência

Elementos representativos

Elementos de transição externa

Elementos de transição interna

A tabela periódica não precisa ser decorada. O importante é você entender como ela está organizada, para saber como consultá-la quando necessário.

Veja alguns exemplos de localização do elemento químico na tabela periódica utilizando a distribuição eletrônica:

- $_{35}Br$ — $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

camadas (níveis):
K = 2 L = 8 M = 18 N = 7

Características da distribuição eletrônica	Localização e classificação
4 camadas (K, L, M, N)	4º período
elétron de maior energia situado no subnível p ($4p^5$)	bloco p (elemento representativo)
7 elétrons na camada de valência ($4s^2 4p^5$)	família dos halogênios = 17

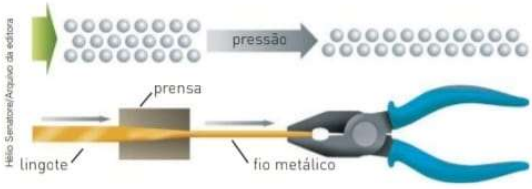
4 UNIDADE 4 | TABELA PERIÓDICA

Fonte: Usberco; Spitaleri e Salvador (2018, p.203-204).

Mais uma vez temos uma abordagem contextualizada dos metais de transição pela abordagem das aplicações de suas ligas metálicas (Figura 29). E além do uso tecnológico, os autores usam os elementos de transição para exemplos em assuntos como ligação química, temperatura de ebulição e fusão, entre outros.

Figura 29 - Formação de ligas metálicas. Livro: Conecte Live Química 1.

- **ductibilidade** — capacidade de serem moldados em fios.



Hélio Senatore/Arquivo da editora

AUSÊNCIA DE PROPORÇÃO

CORES FANTASIA

Representação esquemática da fabricação de fios metálicos.

Com a aplicação de uma pressão adequada em determinada região da superfície do metal, provocamos um deslizamento das camadas de átomos, produzindo lâminas (maleabilidade) ou fios (ductibilidade).

- **elevadas temperaturas de fusão e ebulição** — em geral, com algumas exceções, como o mercúrio (TF = –38,8 °C), o gálio (TF = 30 °C) e o frâncio (TF = 28,5 °C), os metais apresentam elevadas temperaturas de fusão e ebulição.

Veja alguns exemplos.

Elemento	chumbo	ferro	níquel	ouro
Símbolo	Pb	Fe	Ni	Au
TF (°C)	327	1538	1455	1064
TE (°C)	1749	2861	2913	2856

Supõe-se que os primeiros metais utilizados pelo ser humano tenham sido aqueles encontrados livres na natureza, como o cobre e o ouro. Por suas características de cor, brilho e resistência superior às dos materiais utilizados até então, como a pedra polida e a madeira, os metais ganharam espaço na produção de armas e utensílios. Pesquise mais informações sobre isso na Internet, em livros de História e outras fontes confiáveis e compartilhe com seus colegas o que descobriu.

Formação de ligas metálicas

Ligas metálicas são materiais com propriedades metálicas que contêm dois ou mais elementos, sendo pelo menos um deles metal.

As propriedades de uma liga geralmente são diferentes das propriedades dos seus elementos constituintes, quando analisados separadamente. As ligas metálicas possuem algumas características que os metais puros não apresentam e por isso são muito produzidas e utilizadas. Veja os exemplos a seguir.

- **Diminuição da temperatura de fusão**: liga de metal fusível.
  - Constituição: Bi, Pb, Sn e Cd.
  - Aplicação: em fusíveis elétricos que se fundem e se quebram, interrompendo a passagem de corrente elétrica.
- **Aumento da dureza**: liga de ouro de joalheria.
  - Constituição: Au, Ag e Cu.
  - Aplicação: na manufatura de joias e peças de ornamento.

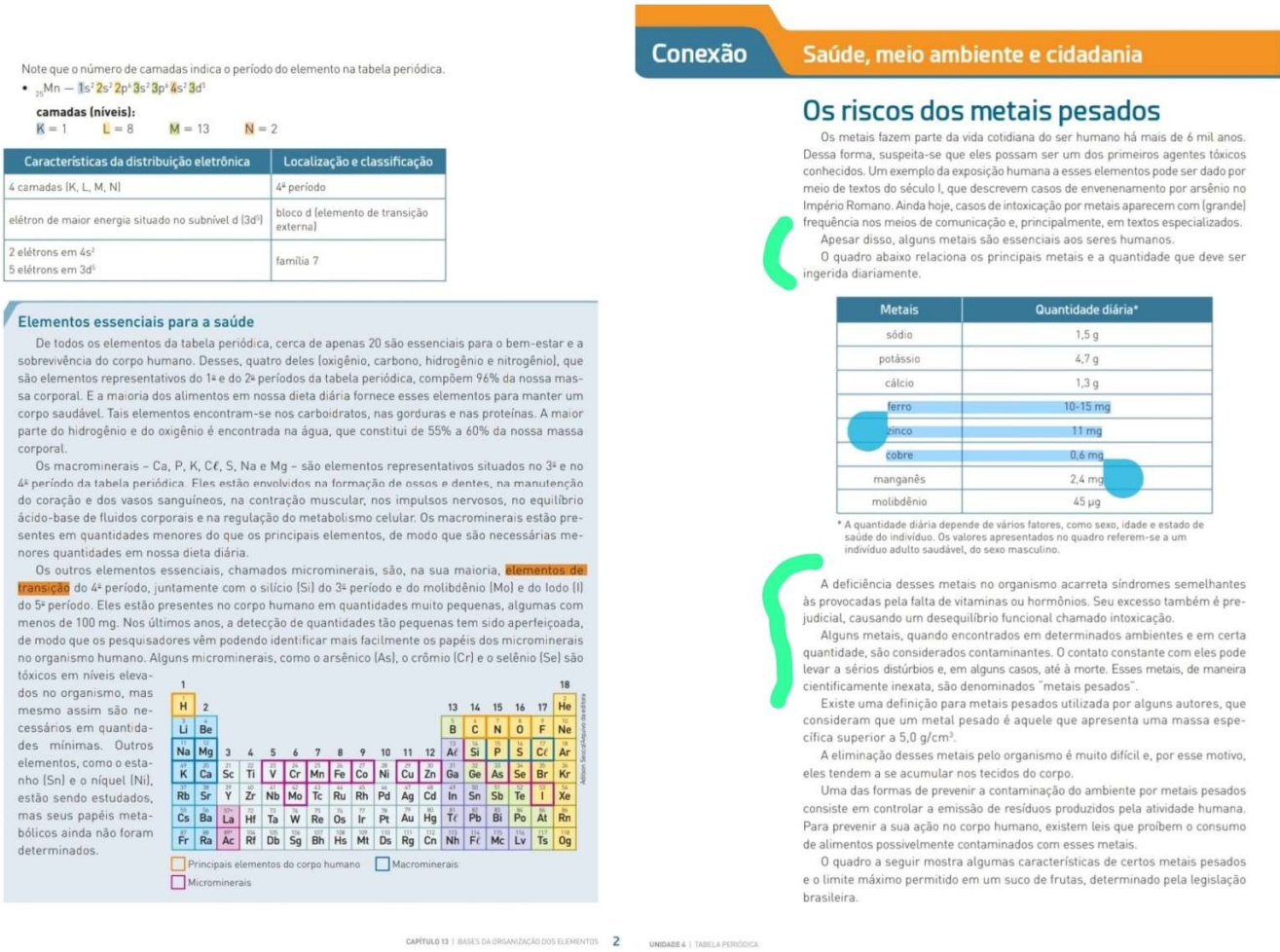
Boden/Leading hum/Alexander Hiler/Other Images

O ouro 18 quilates é uma mistura formada basicamente por 75% de ouro, sendo os 25% restantes de cobre e prata.

Fonte: Usberco; Spitaleri e Salvador (2018, p.285).

Mas o que chama mais a atenção é que os autores conseguiram correlacionar os elementos de transição e a saúde humana. E para isso, o autor traz um tópico chamado de “Elementos essenciais para saúde”, onde se abordam os conhecidos macro e microminerais, em sua maioria, constituídos por elementos de transição. Apesar disso, o autor usa apenas uma breve descrição, completamente a parte do capítulo. Outro tópico interessante que vale destacar nesse livro é o intitulado “Os riscos dos metais pesados”, no qual os autores citam que, apesar da sua toxicidade, alguns metais são essenciais para os seres humanos, inclusive indicando a quantidade diária que o ser humano deve ingerir, como pode ser analisado na figura 30.

Figura 30 - Elementos essenciais para a saúde. Livro: Conecte Live Química 1.



Note que o número de camadas indica o período do elemento na tabela periódica.

- $_{25}Mn$ — $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^5$

camadas (níveis):
K = 1 L = 8 M = 13 N = 2

Características da distribuição eletrônica	Localização e classificação
4 camadas (K, L, M, N)	4º período
elétron de maior energia situado no subnível d ($3d^5$)	bloco d (elemento de transição externa)
2 elétrons em $4s^2$ 5 elétrons em $3d^5$	família 7

Elementos essenciais para a saúde

De todos os elementos da tabela periódica, cerca de apenas 20 são essenciais para o bem-estar e a sobrevivência do corpo humano. Desses, quatro deles (oxigênio, carbono, hidrogênio e nitrogênio), que são elementos representativos do 1º e do 2º períodos da tabela periódica, compõem 96% da nossa massa corporal. E a maioria dos alimentos em nossa dieta diária fornece esses elementos para manter um corpo saudável. Tais elementos encontram-se nos carboidratos, nas gorduras e nas proteínas. A maior parte do hidrogênio e do oxigênio é encontrada na água, que constitui de 55% a 60% da nossa massa corporal.

Os macrominerais – Ca, P, K, Cℓ, S, Na e Mg – são elementos representativos situados no 3º e no 4º período da tabela periódica. Eles estão envolvidos na formação de ossos e dentes, na manutenção do coração e dos vasos sanguíneos, na contração muscular, nos impulsos nervosos, no equilíbrio ácido-base de fluidos corporais e na regulação do metabolismo celular. Os macrominerais estão presentes em quantidades menores do que os principais elementos, de modo que são necessárias menores quantidades em nossa dieta diária.

Os outros elementos essenciais, chamados microminerais, são, na sua maioria, elementos de transição do 4º período, juntamente com o silício (Si) do 3º período e do molibdênio (Mo) e do iodo (I) do 5º período. Eles estão presentes no corpo humano em quantidades muito pequenas, algumas com menos de 100 mg. Nos últimos anos, a detecção de quantidades tão pequenas tem sido aperfeiçoada, de modo que os pesquisadores vêm podendo identificar mais facilmente os papéis dos microminerais no organismo humano. Alguns microminerais, como o arsênico (As), o crômio (Cr) e o selênio (Se) são tóxicos em níveis elevados no organismo, mas mesmo assim são necessários em quantidades mínimas. Outros elementos, como o estanho (Sn) e o níquel (Ni), estão sendo estudados, mas seus papéis metabólicos ainda não foram determinados.

Principais elementos do corpo humano
Macrominerais
Microminerais

Conexão — Saúde, meio ambiente e cidadania

Os riscos dos metais pesados

Os metais fazem parte da vida cotidiana do ser humano há mais de 6 mil anos. Dessa forma, suspeita-se que eles possam ser um dos primeiros agentes tóxicos conhecidos. Um exemplo da exposição humana a esses elementos pode ser dado por meio de textos do século I, que descrevem casos de envenenamento por arsênio no Império Romano. Ainda hoje, casos de intoxicação por metais aparecem com (grande) frequência nos meios de comunicação e, principalmente, em textos especializados.

Apesar disso, alguns metais são essenciais aos seres humanos.

O quadro abaixo relaciona os principais metais e a quantidade que deve ser ingerida diariamente.

Metais	Quantidade diária*
sódio	1,5 g
potássio	4,7 g
cálcio	1,3 g
ferro	10-15 mg
zinco	11 mg
cobre	0,6 mg
manganês	2,4 mg
molibdênio	45 µg

* A quantidade diária depende de vários fatores, como sexo, idade e estado de saúde do indivíduo. Os valores apresentados no quadro referem-se a um indivíduo adulto saudável, do sexo masculino.

A deficiência desses metais no organismo acarreta síndromes semelhantes às provocadas pela falta de vitaminas ou hormônios. Seu excesso também é prejudicial, causando um desequilíbrio funcional chamado intoxicação.

Alguns metais, quando encontrados em determinados ambientes e em certa quantidade, são considerados contaminantes. O contato constante com eles pode levar a sérios distúrbios e, em alguns casos, até à morte. Esses metais, de maneira cientificamente inexata, são denominados "metais pesados".

Existe uma definição para metais pesados utilizada por alguns autores, que consideram que um metal pesado é aquele que apresenta uma massa específica superior a 5,0 g/cm³.

A eliminação desses metais pelo organismo é muito difícil e, por esse motivo, eles tendem a se acumular nos tecidos do corpo.

Uma das formas de prevenir a contaminação do ambiente por metais pesados consiste em controlar a emissão de resíduos produzidos pela atividade humana. Para prevenir a sua ação no corpo humano, existem leis que proíbem o consumo de alimentos possivelmente contaminados com esses metais.

O quadro a seguir mostra algumas características de certos metais pesados e o limite máximo permitido em um suco de frutas, determinado pela legislação brasileira.

CAPÍTULO 13 | BASES DA ORGANIZAÇÃO DOS ELEMENTOS 2 UNIDADE 4 | TABELA PERIÓDICA

Fonte: Usberco; Spitaleri e Salvador (2018, p.255, 208).

Mesmo sendo uma abordagem superficial sobre o assunto, pois eles não citam as funções que esses elementos têm no corpo humano, tais como a participação do ferro na hemoglobina, ou até mesmo o zinco na participação em funcionamentos nos sistemas imunológicos, o professor pode utilizar esses pontos tratados pelo autor para trazer uma aula mais rica e contextualizada, com curiosidades aprofundadas sobre esses elementos de transição, a fim de chamar a atenção e afeição do estudante pelo assunto e a matéria que está sendo estudada.

Os autores mais uma vez utilizam um tópico para fazer uma conexão com a saúde humana, a “Dieta com baixo teor de sódio”, levantando outro aspecto do ferro, em relação à suplementação para as pessoas anêmicas, como pode ser vista na figura 31.

Figura 31 - Dieta com baixo teor de sódio. Livro: Conecte Live Química 1.

Conexão Saúde

Dieta com baixo teor de sódio

Os médicos costumam prescrever às pessoas hipertensas (que têm pressão alta) uma dieta com baixo teor de sódio. Isso não significa que elas devam diminuir o consumo de sódio metálico (Na). Na verdade, ninguém consome sódio metálico. O sódio é um metal muito reativo que, em contato com a água, libera grande quantidade de energia.

A recomendação médica refere-se aos íons sódio (Na^+) ingeridos quando consumimos, por exemplo, o sal de cozinha ($Na^+C\ell^-$). Apesar de possuírem nomes e símbolos semelhantes, o átomo (Na) e o íon (Na^+) apresentam comportamentos químicos muito diferentes.

Uma maneira de diminuir a ingestão de íons Na^+ é substituir o sal de cozinha comum pelo sal *light*.

SAL Light 50% menos sódio
Sal com reduzido teor de sódio
Refinado • Iodado

O sal *light* é formado por 50% de cloreto de sódio ($NaC\ell$) e 50% de cloreto de potássio ($KC\ell$). É indicado por médicos e nutricionistas para pessoas hipertensas.

O sal *light* não é indicado para pessoas com problemas renais. O mau funcionamento dos rins pode levar a um acúmulo de potássio no corpo, o que aumenta os riscos de problemas cardíacos. Por isso, só deve ser utilizado mediante recomendação médica.

Exemplo semelhante ocorre quando os médicos prescrevem ferro a pessoas anêmicas. O que os médicos recomendam é a ingestão de íons ferro II (Fe^{2+}), encontrados, por exemplo, em sais de ferro II, como o sulfato ferroso ($Fe\ SO_4$).

A ingestão de íons Fe^{2+} é normalmente feita por meio da alimentação. O fígado de boi, por exemplo, é um alimento rico em ferro.

O açaí e os flocos de cereais também contêm grande quantidade de ferro.

Reflita

1. Faça uma análise de sua alimentação e pesquise a quantidade de sódio presente em cada alimento que você ingere. Elabore uma tabela em seu caderno.
A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo máximo diário de sódio não passe de 2000 mg. Sua ingestão de sódio está dentro do valor ideal?
2. Considere que uma marca de sal iodado apresenta 991 g de $NaC\ell$ para cada quilo do produto. Qual será a quantidade de $KC\ell$ encontrada por quilo de sal na versão *light* da mesma marca?
3. Além de cloreto de sódio, o sal de cozinha iodado contém outro sal (KIO_3), em menor quantidade. Pesquise qual é a função do iodato de potássio para ele ser adicionado ao sal de cozinha.
4. A prescrição de sais de íons de ferro para pessoas com anemia muitas vezes causa confusão — entende-se que o doente deva comer ferro na sua forma metálica. Isso ocorre porque o nome do metal e do íon é o mesmo. Entretanto, sem engano algum pode-se recomendar que quem tem deficiência de ferro se alimente de comidas cozidas em panelas feitas desse metal, ou, ainda, em comunidades de grande carência alimentar, que se coloquem pregos na panela em que é feito o feijão, retirando-os posteriormente. Qual o motivo dessa recomendação?

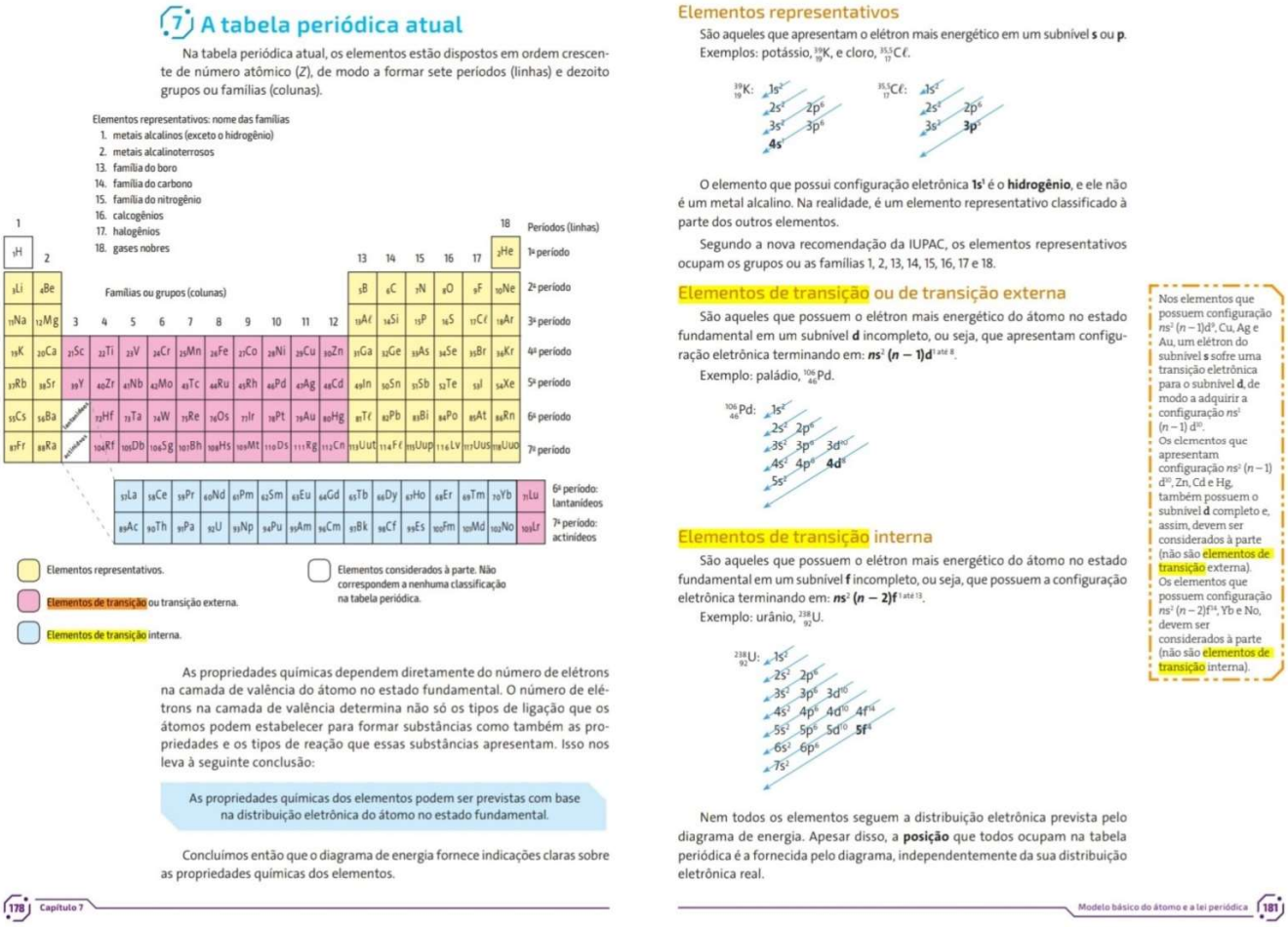
250 UNIDADE 5 | INTERAÇÕES ATÔMICAS E INTERMOLECULARES

Fonte: Usberco; Spitaleri e Salvador (2018, p.250).

5.1.7 Química – Martha Reis (2016).

O livro, aborda os elementos de transição de forma superficial. As primeiras aparições desses elementos ocorrem na tabela periódica, indicando sua localização e algumas poucas características.

Figura 32 - Tabela periódica. Livro: Química.



7 A tabela periódica atual

Na tabela periódica atual, os elementos estão dispostos em ordem crescente de número atômico (Z), de modo a formar sete períodos (linhas) e dezoito grupos ou famílias (colunas).

Elementos representativos: nome das famílias
1. metais alcalinos (exceto o hidrogênio)
2. metais alcalinoterrosos
13. família do boro
14. família do carbono
15. família do nitrogênio
16. calcogênios
17. halogênios
18. gases nobres

Famílias ou grupos (colunas)

Períodos (linhas)

Elementos representativos.
Elementos de transição ou transição externa.
Elementos de transição interna.
Elementos considerados à parte. Não correspondem a nenhuma classificação na tabela periódica.

As propriedades químicas dependem diretamente do número de elétrons na camada de valência do átomo no estado fundamental. O número de elétrons na camada de valência determina não só os tipos de ligação que os átomos podem estabelecer para formar substâncias como também as propriedades e os tipos de reação que essas substâncias apresentam. Isso nos leva à seguinte conclusão:

As propriedades químicas dos elementos podem ser previstas com base na distribuição eletrônica do átomo no estado fundamental.

Concluímos então que o diagrama de energia fornece indicações claras sobre as propriedades químicas dos elementos.

178 Capítulo 7

Elementos representativos

São aqueles que apresentam o elétron mais energético em um subnível **s** ou **p**. Exemplos: potássio, $^{39}_{19}K$, e cloro, $^{35,5}_{17}C\ell$.

O elemento que possui configuração eletrônica **1s¹** é o **hidrogênio**, e ele não é um metal alcalino. Na realidade, é um elemento representativo classificado à parte dos outros elementos.

Segundo a nova recomendação da IUPAC, os elementos representativos ocupam os grupos ou as famílias 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18.

Elementos de transição ou de transição externa

São aqueles que possuem o elétron mais energético do átomo no estado fundamental em um subnível **d** incompleto, ou seja, que apresentam configuração eletrônica terminando em: $ns^2\ (n-1)d^{1\ até\ 8}$.

Exemplo: paládio, $^{106}_{46}Pd$.

Elementos de transição interna

São aqueles que possuem o elétron mais energético do átomo no estado fundamental em um subnível **f** incompleto, ou seja, que possuem a configuração eletrônica terminando em: $ns^2\ (n-2)f^{1\ até\ 13}$.

Exemplo: urânio, $^{238}_{92}U$.

Nem todos os elementos seguem a distribuição eletrônica prevista pelo diagrama de energia. Apesar disso, a **posição** que todos ocupam na tabela periódica é a fornecida pelo diagrama, independentemente da sua distribuição eletrônica real.

Nos elementos que possuem configuração $ns^2\ (n-1)d^9$, Cu, Ag e Au, um elétron do subnível **s** sofre uma transição eletrônica para o subnível **d**, de modo a adquirir a configuração $ns^1\ (n-1)\ d^{10}$.
Os elementos que apresentam configuração $ns^2\ (n-1)\ d^{10}$, Zn, Cd e Hg, também possuem o subnível **d** completo e, assim, devem ser considerados à parte (não são elementos de transição externa).
Os elementos que possuem configuração $ns^2\ (n-2)f^{14}$, Yb e No, devem ser considerados à parte (não são elementos de transição interna).

Modelo básico do átomo e a lei periódica 181

Fonte: Fonseca (2016, p. 178, 181).

Logo após, a autora descreve a classificação dos elementos químicos em metais e ametais, abordando características de uma forma superficial.

Figura 33 - Classificação dos elementos. Livro: Química.

8 Classificação dos elementos

O conhecimento atual das propriedades dos elementos químicos nos permite reuni-los em cinco grupos diferentes – metais, ametais, semimetais, gases nobres e hidrogênio –, considerando as principais propriedades químicas e as características físicas das substâncias simples que eles formam.

Metais

Dos 118 elementos químicos que constam na tabela atualmente, 96 são metais, sendo 28 representativos, 38 de transição e 30 de transição interna, de acordo com o diagrama de energia.

A principal característica química dos metais é a sua **tendência a formar cátions** (íons positivos) ao constituir substâncias simples ou compostas.

Reação entre sódio metálico e água. Essa reação libera uma grande quantidade de energia e pode causar sérios acidentes.

Fisicamente, os metais apresentam as seguintes características:

- são bons condutores de calor e de eletricidade;
- são maleáveis, ou seja, podem ser transformados em lâminas;
- são dúcteis, isto é, podem ser transformados em fios;
- possuem brilho metálico característico;
- possuem cor entre acinzentado e prateado, com exceção do ouro, que é dourado, e do cobre, que é avermelhado;
- são sólidos a 25 °C e 1atm (com exceção do mercúrio, que é líquido nessas condições).

Os metais alcalinos e alcalinoterrosos não são como os metais que estamos acostumados a ver em nosso dia a dia.

O sódio metálico, por exemplo, é um sólido brando (que cede facilmente à pressão) e pode ser cortado com uma faca comum, mas é preciso tomar muito cuidado e usar luvas de borracha ao manuseá-lo. É prateado, oxida rapidamente no ar e reage violentamente com a água, como mostra a foto ao lado.

À temperatura ambiente, possui consistência de cera, tornando-se quebradiço a baixa temperatura. Deve ser armazenado imerso em óleo mineral ou querosene. Apresenta risco elevado de incêndio em contato com a água em qualquer estado. Queima espontaneamente no ar seco quando é aquecido (nesse caso, para extinguir o fogo utiliza-se sal ou cal).

Não metais ou ametais

Os ametais formam um grupo de quinze elementos: boro, carbono, nitrogênio, silício, fósforo, oxigênio, enxofre, selênio, flúor, cloro, arsênio, bromo, telúrio, iodo e astato, que apresentam como principal característica química a tendência a formar ânions (íons negativos) ao constituir substâncias compostas.

Fisicamente, os ametais apresentam-se de maneira inversa aos metais, salvo algumas exceções.

Fonte: Fonseca (2016, p. 182).

E assim como os demais livros analisados nesse trabalho, a autora aborda os metais de transição como se fossem coadjuvantes, em assuntos como temperatura de ebulição e fusão, distribuição eletrônica, curiosidades tecnológicas, como pode ser analisado na figura 34.

Figura 34 - Ferro metálico. Livro: Química.

De onde vem... para onde vai?

Ferro metálico

Quase tudo em nossa vida depende da siderurgia – indústria do ferro, que fornece a matéria-prima que movimenta praticamente todas as grandes indústrias: fabricação de ferramentas de trabalho, material ferroviário, construção civil, veículos de transporte, fabricação de máquinas e ferramentas agrícolas, construção naval, tecelagem, produtos químicos, material elétrico, bélico, etc. Há quem diga que o grau de progresso e a riqueza de uma nação podem ser avaliados pelo consumo de produtos siderúrgicos.

O aço (principal produto da siderúrgica) é uma das ligas metálicas mais utilizadas. Possui inúmeras aplicações e serve de base para a produção de outras ligas. A obtenção do aço segue os mesmos caminhos da obtenção do ferro metálico.

O ferro metálico só é encontrado na natureza na forma de meteoritos. Por isso é tão raro. Já sob a forma de minérios, dos quais o mais importante é a hematita, $Fe_2O_3(s)$, é bastante comum. O Brasil possui imensas jazidas de minérios de ferro de ótima qualidade (com 60% a 70% de pureza).

Na hematita, o ferro apresenta-se na forma de cátion, Fe^{3+}. Assim, a obtenção de ferro metálico, Fe(s), consiste, em última análise, em fazer o cátion ferro receber 3 elétrons (processo denominado redução).

A temperatura de fusão da hematita é da ordem de 1560 °C. Para otimizar o processo de fusão desse minério, utiliza-se um fundente, isto é, uma substância que reage com as impurezas (ganga) do minério, produzindo compostos de fácil separação (escória) e permitindo que se obtenha uma mistura de temperatura de fusão mais baixa. O calcário, $CaCO_3(s)$, atua como fundente da hematita.

O coque (carbono amorfo, C(s), com mais de 90% de pureza) é utilizado para promover a redução da hematita, isto é, a transformação do cátion Fe^{3+} em ferro metálico, Fe(s).

Inicialmente, o coque, em presença de excesso de oxigênio, $O_2(g)$, fornecido pelo ar, produz gás carbônico, $CO_2(g)$.

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

O gás carbônico, $CO_2(g)$, reage com o carvão coque, C(s), que alimenta o alto-forno, produzindo monóxido de carbono, CO(g).

$$CO_2(g) + C(s) \longrightarrow 2\,CO(g)$$

O monóxido de carbono formado irá então reduzir o ferro da hematita (transformar o cátion ferro, Fe^{3+}, em ferro metálico, Fe(s)) de acordo com as seguintes etapas:

$$3\,Fe_2O_3(s) + 1\,CO(g) \longrightarrow 2\,Fe_3O_4(s) + 1\,CO_2(g).$$

$$2\,Fe_3O_4(s) + 2\,CO(g) \longrightarrow 6\,FeO(s) + 2\,CO_2(g).$$

$$6\,FeO(s) + 6\,CO(g) \longrightarrow 6\,Fe(s) + 6\,CO_2(g).$$

Equação completa do processo:

$$3\,Fe_2O_3(s) + 9\,CO(g) \longrightarrow 6\,Fe(s) + 9\,CO_2(g).$$

Simplificando os coeficientes, temos a equação geral de obtenção do ferro:

$$1\,Fe_2O_3(s) + 3\,CO(g) \longrightarrow 2\,Fe(s) + 3\,CO_2(g).$$

O ferro assim obtido é chamado **ferro-gusa** e contém um teor de carbono entre **2%** e **5%**.

Para produzir o **aço**, cujo teor de carbono varia entre **0,5%** e **1,7%**, o ferro-gusa é tratado em fornos especiais.

Pela descarbonização quase total do ferro-gusa, por meio de um processo inglês denominado pudlagem, obtém-se o **ferro doce**, com teor de carbono **menor que 0,5%**.

O ferro é o metal mais utilizado mundialmente: representa cerca de 95% em peso da produção mundial de metais (devido ao seu baixo preço e dureza). O aço é a liga metálica de ferro mais conhecida e utilizada. Variando-se a porcentagem de carbono e acrescentando-se outros elementos (metálicos e não metálicos) ao ferro, é possível obter ligas (misturas homogêneas) com as mais diferentes propriedades.

184 Capítulo 7

Fonte: Fonseca (2016, p. 184).

Entretanto o que chama a atenção foi à parte final no livro, especificamente nos exercícios e trabalhos. A autora propõe ao docente uma pesquisa aos seus alunos sobre as propriedades dos elementos de transição (Figura 29). O professor poderia dizer aos alunos que os metais de transição têm uma propriedade que os torna peculiares, que é a sua capacidade de formar íons complexos, alguns dos quais essenciais para o nosso organismo. Dessa forma, poderiam ser propostas algumas metodologias de ensino-aprendizado, tais como a aula invertida, afim de levar ao discente ser o protagonista da aula e tenha uma aprendizagem mútua.

Figura 35 - Proposta de uma pesquisa. Livro: Química.

o crédito pelo trabalho indevidamente. Pretendemos, portanto, corrigir esse equívoco no livro.

Como é possível que o aluno tenha visto o diagrama de energia no Ensino Fundamental com o nome de "diagrama de Linus Pauling", é importante que o professor esteja preparado para esclarecer o equívoco.

Reserve um tempo no final da aula para debater sobre a importância (ou não) de corrigir um erro como esse, ou seja, dar o crédito de um trabalho ao seu verdadeiro autor. (Equívocos como esse infelizmente são comuns em qualquer ambiente de trabalho, principalmente no meio acadêmico.)

O diagrama de energia na verdade – que indica a energia do elétron e não a sua localização no átomo – é de autoria de um cientista alemão, conforme consta do artigo *Theoretical Justification of Madelung's rule*, disponível em: <http://jchemed.chem.wisc.edu/journal/issues/1979/Nov/index.html>. Acesso em: 17 fev. 2016.

O artigo encontra-se em inglês. Traduzimos a seguir os trechos mais importantes para o Ensino Médio. Note que neste livro trabalhamos exatamente a lei empírica de Madelung.

(O texto a seguir é apenas para informação ao professor, não precisa ser passado ao aluno.)

"A lei empírica descoberta por Madelung para sequência de preenchimento das camadas eletrônicas dos elementos da tabela periódica consistiu de duas partes:

(1) Quando átomos neutros consecutivos são considerados, as camadas eletrônicas são preenchidas na ordem da soma do número quântico $(n + l)$.

(2) Para elétrons em estado de igualdade $(n + l)$, a ordem de preenchimento segue com o aumento de n. O extraordinário sucesso da lei de Madelung é evidenciado por seu uso em quase todos os livros de texto de Química geral em sua forma gráfica, mostrando a ordem de preenchimento de elétrons com o número atômico dado. Nenhum dos livros tentou dar significado teórico ou físico para essas linhas peculiares em 45°.

Usando o modelo estatístico de Fermi-Thomas com a solução aproximada de Tietz, Klechkovsky ofereceu a primeira justificativa teórica para a parte 1 da lei de Madelung. Uma proposta diferente, mas com o mesmo resultado, é apresentada aqui para ambas as partes da lei de Madelung e mais algumas aplicações. [...]

[...] Constatando que o modelo estatístico de Fermi-Thomas é mais uma aproximação grosseira do átomo mecânico-ondular, aproveitou-se da vantagem de sua extrema simplicidade para verificar as leis empíricas de Madelung, usando a solução de Tietz. O significado físico dessas linhas peculiares em 45°, usadas pelos estudantes iniciantes de Química para lembrar a sequência de preenchimento de elétrons nos orbitais atômicos em um átomo neutro, é, realmente, linhas de energia constante. A relação matemática do número atômico Z com os números quânticos n e l é: $n = (6\ Z)^{1/3} - l$. Em outras palavras, as subcamadas nas linhas paralelas do diagrama de energia têm, aproximadamente, energias potenciais iguais.

A ordem de preenchimento de elétrons em um átomo neutro é da energia potencial mais baixa para a energia potencial mais alta, medidas por $(n + l)$ e com o aumento de n e diminuição de l para subcamadas de mesma linha de energia potencial."

Fontes: MADELUNG, E. *Matematische hilfmittel des physikers*. 1. ed. Berlim: Springer, 1936. p. 359;

KLECHKOVSKY, V. M. Zh. Exsperim. I Teor. Fiz., 41, 465 (1962). Trad. Soviet physics J. Expt. and theor. Phys. 14, 334 (1962).

FERMI, E. Mem. Accad. Lincei 6, 602 (1927). Thomas L. H. Proc. Cambridge Phil. Soc. 23, 542 (1927); Collected Papers (Univ. of Chicago Press, 1962).

Leve uma tabela periódica grande para a sala de aula.

Inicie o assunto realizando um breve histórico das várias tentativas de organização dos elementos. Enfatize que todas elas tinham uma característica em comum: organizar os elementos através de propriedades semelhantes.

Apresente a tabela periódica atual e, com os alunos, conte quantas linhas e colunas ela apresenta. Pergunte a eles: "O que podemos observar pelos números que estão junto dos elementos, quando olhamos pelas linhas horizontais?".

Ensine seus alunos a localizar um elemento na tabela periódica através da distribuição eletrônica. Mostre que o fato de elementos de uma mesma coluna apresentarem uma distribuição eletrônica semelhante (mesmo número de elétrons de valência) é o que justifica terem propriedades químicas semelhantes.

Peça que observem a tabela da página 179, na qual a continuidade na distribuição e na organização dos elementos é mais visível do que na tabela comum, como da página 288.

Divida os alunos em grupos de no máximo seis componentes e selecione um elemento diferente, de preferência também de família diferente, para cada grupo. Por exemplo, escreva na lousa os elementos com símbolos genéricos:

Grupo 1 = $_{20}X$ Grupo 2 = $_{13}Y$ Grupo 3 = $_{35}Z$
Grupo 4 = $_{26}A$ Grupo 5 = $_{7}D$ Grupo 6 = $_{18}E$

Proponha que cada grupo de alunos faça a distribuição eletrônica do elemento, identificando o elemento, sua família e seu período.

Aborde o átomo de hidrogênio de uma forma bem simples porque ele não se enquadra em nenhuma das famílias da tabela. Já no caso dos gases nobres, mencione a ideia de estabilidade, mas sem falar de regra do octeto.

Com relação às propriedades periódicas, se os alunos compreenderem o raio atômico ficará mais fácil abordar a energia de ionização, a eletronegatividade e a eletropositividade. A compreensão das propriedades dos elementos é assunto de extrema importância para ligações químicas (tema dos Capítulos 8, 10 e 11).

Proponha uma pesquisa a seus alunos sobre as propriedades dos elementos de transição.

346 Manual do Professor

Fonte: Fonseca (2016, p. 346).

E além dessa sugestão, a autora indica atividades que sejam interdisciplinares. Nessa parte do livro, cita-se que a Química e a Biologia estão intimamente relacionadas, com processos químicos relacionados a vida e a morte. E além dessa informação, a autora cita sobre os metais serem considerados nutrientes presentes nos alimentos necessários a manutenção da vida (Figura 36). Podendo assim ser um gancho para o docente levar isso para a sala de aula e ter uma aula

rica e contextualizada, chamando a atenção do aluno pela a matéria e mostrando o quão presente a Química está no nosso dia a dia.

Figura 36 - Interdisciplinaridade entre a Química e Biologia. Livro: Química.

vegetal hidrogenada, ovos, leite, etc.), papel (celulose, madeira), caneta (plástico, metal, tinta, etc.).

10) A água. A água é a matéria mais abundante em nosso planeta. Estima-se o volume de água na Terra em aproximadamente 1,7 bilhão de km³, mas apenas uma pequena parte desse volume é potável e está próximo aos centros urbanos. Sem tratamentos químicos, seria impossível assegurar à população o abastecimento de água. É por meio de processos químicos que a água imprópria ao consumo é transformada em água potável.

11) Em geral, a matéria-prima é obtida da natureza e sofre várias transformações que dão origem ao produto final.

12) Ao embrulhar as bananas verdes em jornal, impedimos que o gás etileno liberado pelas frutas se disperse no meio ambiente e, deixando as frutas expostas a esse gás, fazemos com que elas amadureçam mais rapidamente.

13) **Matemática:** a Química utiliza cálculos matemáticos para prever a quantidade de matéria-prima necessária para obter determinada quantidade de produto final desejado e também para mensurar algumas propriedades químicas da matéria (como o pH).

Física: a Química utiliza vários conceitos da Física, como massa, volume, densidade, energia, temperatura, calor, pressão, para caracterizar uma espécie de matéria e determinar suas propriedades e as condições necessárias para que a matéria sofra uma transformação.

Biologia: a Química e a Biologia estão intimamente relacionadas. Tanto a vida como a morte ocorrem à custa de inúmeros processos químicos. Conhecer esses processos é vital para prolongar a vida com a qualidade que desejamos.

História: são vários os exemplos em que a descoberta de um novo material ou de um processo que torne viável o uso de determinado material mudou o curso da História da humanidade. Basta ver, por exemplo, que muitos historiadores explicam a evolução do ser humano citando materiais: idade da pedra, da pedra lascada, do bronze, do ferro, do plástico, etc.

Geografia: os recursos minerais e hídricos e o clima de uma região normalmente definem o tipo de indústria química que será construída no local, e o modo como essa indústria lida com os seus rejeitos e com o meio ambiente pode definir o impacto ambiental nas redondezas e até em regiões a quilômetros de distância, uma vez que os poluentes viajam pelo ar e pela água.

Filosofia: as primeiras tentativas de explicar a origem da matéria foram feitas por filósofos. A teoria da matéria descontínua (Demócrito e Leucipo) não foi aceita. Por muito tempo prevaleceu a teoria da matéria contínua de Aristóteles, e isso direcionou toda pesquisa relacionada à transformação da matéria na Idade Média.

Língua Portuguesa: a transmissão do conhecimento químico depende da utilização correta da nossa língua. Aprender a se expressar corretamente para explicar uma ideia, uma hipótese, uma teoria, o resultado de um experimento é fundamental para o desenvolvimento da Química e das demais ciências.

Política: as decisões políticas afetam diretamente a História da humanidade e também o curso que o desenvolvimento da Química vai tomar. A Política define o tipo de indústria a ser instalada no local, as leis de proteção ao meio ambiente que tal indústria deverá seguir (inclusive prevendo punições para o caso de essas leis não serem seguidas), o tipo de usina de produção de energia elétrica que será instalado (termelétrica a carvão, termelétrica a biomassa, termonuclear, etc.).

A Química é uma ciência de base experimental que utiliza várias grandezas físicas como parâmetros de comparação na determinação das propriedades de um material. São essas propriedades que geralmente determinam as aplicações de cada material e, portanto, é possível correlacioná-las ao meio ambiente.

O livro apresenta o peso também como grandeza física justamente porque no cotidiano os alunos utilizam a força-peso como sinônimo de massa. Cabe ao professor julgar a necessidade de abordar esse assunto nas aulas de Química. De qualquer forma, é importante que o aluno compreenda a diferença para evitar, mais tarde, o uso de termos como "peso atômico" e "peso molecular".

Para iniciar a aula, anote algumas informações que apresentem grandezas físicas, como:

Temperatura no deserto do Saara: 42 °C.

Volume de uma caixa-d'água: 2 000 L.

Massa de cinco pães: 250 g.

Pressão atmosférica no nível do mar: 1 atm.

Por meio das informações colocadas na lousa, inicie uma discussão sobre o que significam essas unidades e, a partir daí, relembre as grandezas.

Pode-se pedir aos alunos que, no final da aula, leiam o texto da seção **Curiosidade** – Circulação termossalina global e identifiquem se eles apresentam alguma das grandezas físicas estudadas durante a aula.

O conhecimento das grandezas físicas (massa, volume e temperatura, em especial) e de suas conversões de unidades é um assunto que o aluno utilizará praticamente durante boa parte do ano letivo. Geralmente, eles apresentam dificuldades para entender e realizar cálculos dessas conversões de unidades. Várias atividades, de forma individual ou em grupo, podem ser propostas para que o aluno aprenda a fazer essas conversões de forma mais natural. Se achar conveniente, peça auxílio ao professor de Matemática com o intuito de melhorar e aprimorar o aprendizado do aluno nos cálculos das conversões de unidades. Pode-se também, a critério do professor, permitir o uso de calculadora em sala de aula, um instrumento bastante utilizado em várias funções no mercado de trabalho.

Manual do Professor 305

Biologia

Metais considerados nutrientes presentes nos alimentos necessários à manutenção da vida.

Doenças relacionadas a metais, como: anemia ferropriva (anemia por falta de ferro), plumbismo (intoxicação por chumbo), hidrargirismo (intoxicação por mercúrio).

Desequilíbrios no ecossistema (contaminação dos rios por mercúrio, por exemplo).

Importância dos metais na medicina (marca-passo, próteses, tratamento estético).

A presença do ferro na estrutura da hemoglobina.

Geografia

Presença de metais nos países.

A importância econômica do metal.

Metalurgia no Brasil.

Interferência no ambiente provocada pela extração de minérios.

Descrição da atividade

Química

Nas aulas de Química, boa parte dos assuntos que foram sugeridos para a atividade já está presente na obra e com comentários e sugestões de como abordá-las. O único assunto a acrescentar é explicar a diferença entre metais radioativos e não radioativos.

Biologia

Discutir com os alunos sobre a relação entre os metais e o sistema biológico. Que efeitos eles podem causar para o ecossistema; quais funções apresentam no organismo; tipos de contaminação, sintomas e doenças; função na hemoglobina.

Geografia

Alguns países apresentam grandes reservas de minerais (metais). Que fatores influenciam na importância econômica do metal. Processos de extração de minérios (deslocamento da população, erosão, etc.).

Como trabalhar?

É importante que os professores das três disciplinas estejam sempre presentes nas etapas decisivas do projeto. Sugere-se que eles se reúnam e decidam quais metais podem ser trabalhados, valorizando o conhecimento de todas as áreas abordadas.

1ª etapa

Formação de grupos (no máximo cinco alunos).

Cada grupo será responsável por um metal específico.

2ª etapa

Propor e orientar os alunos para que realizem uma pesquisa (internet, livros didáticos, jornais, revistas, enciclopédias, filmes) referente ao metal específico, abordando o conhecimento de todas as disciplinas.

É possível sugerir entrevistas com pessoas da comunidade (pais, avós, tios, vizinhos) sobre o conhecimento que apresentam sobre metais, em especial sobre aquele que o grupo irá trabalhar.

Os alunos podem coletar fotos e filmes referentes àquele metal, abordando os aspectos definidos pelos professores, por exemplo, poluição causada por aquele metal num local específico, alimentos que o contenham, entre outros.

3ª etapa

Após a coleta de dados, é o momento da compilação de dados por meio de um texto escrito (à mão ou digitado) sobre os aspectos considerados mais importantes. Alguns critérios devem ser definidos para que estejam presentes em todos os textos produzidos pelos grupos, tais como:

Objetivo

Metodologia (formas que fez a pesquisa).

Resultados e discussões (dados mais importantes e possíveis análises com opiniões críticas).

Considerações finais (opinião/conclusão sobre o que aquele metal pode trazer para a sociedade).

Bibliografia utilizada.

4ª etapa

Para verificar o progresso dos estudantes em direção à interdisciplinaridade, os grupos devem construir um mapa conceitual partindo das ideias que considerarem mais importantes sobre o texto que fora produzido. Essa ferramenta foi eleita por causa da versatilidade que apresenta como instrumento de organização de estruturas conceituais e principalmente em decorrência da característica de se basearem na relação entre conceitos. Ou seja, é mais fácil verificar o aparecimento de relações entre conceitos químicos, biológicos e geográficos por meio dos mapas conceituais.

O mapa conceitual pode ser manuscrito ou elaborado no computador. É importante ressaltar que, para que os alunos construam esses mapas conceituais, é necessário capacitá-los.

5ª etapa

Cada grupo vai apresentar seu mapa conceitual para a sala durante 10 minutos.

Avaliação

O trabalho deverá ser avaliado pelos três professores, levando em consideração:

A parte escrita.

O mapa conceitual elaborado.

A apresentação oral.

A participação de cada membro do grupo.

Manual do Professor 367

Fonte: Fonseca (2016, p. 305, 367).

5.1.8 Química na abordagem do cotidiano – Eduardo Leite do Canto (2016).

Assim como nos livros já apresentados, a princípio, o autor cita os metais de transição apenas no contexto da Tabela Periódica, o que ocorre no capítulo 7 do livro. Entretanto, o autor surge com uma temática interessante, trazendo uma tabela periódica ilustrativa, onde cada elemento é acompanhado por informações práticas de sua aplicação que faz o estudante reconhecê-lo no seu cotidiano. O ferro está presente na hemoglobina, podendo ser um meio para conseguir contextualizar esse elemento, ligando a Química com a Biologia, como pode ser visto na figura 37 e figura 38.

Figura 37 - Os elementos Químicos no cotidiano. Livro: Química na abordagem do cotidiano.

FOCO NOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Ilustrações: Adilson Secco

1 1A
HIDROGÊNIO H 1
• Sol
• baterias de combustão
• combustível para foguetes e carros
• amônia, ácido clorídrico, margarina
• remoção do enxofre de combustíveis

2 2A
LÍTIO Li 3
• baterias de íon lítio
• medicamentos psiquiátricos
• graxas especiais
• reagentes de organolítio para pesquisas
• agentes redutores

BERÍLIO Be 4
• esmeraldas
• janela para aparelhos de raios X
• ligas para aviões, freios, ferramentas
• moderador em reatores nucleares
• ogivas nucleares

SÓDIO Na 11
• soro fisiológico
• sal de cozinha
• sabões e detergentes
• sistema nervoso
• conservação de peixes e carnes bovinas
• iluminação de ruas
• *airbag*

MAGNÉSIO Mg 12
• liga leve para rodas e estrutura de aeronaves
• fogos de artifício
• antiácidos e laxantes
• água do mar
• dolomita e magnesita
• clorofila
• cofator de enzimas

Os elementos químicos no cotidiano

Os elementos químicos têm presença marcante em nossa vida diária e em aspectos da tecnologia e da produção industrial (afinal, todas as substâncias são constituídas de átomos). Alguns existem na natureza como substância simples (por exemplo, carbono, nitrogênio, oxigênio, gases nobres, enxofre, platina e ouro). A maioria, porém, ocorre naturalmente em combinação com outros, formando compostos químicos, ou substâncias compostas. As substâncias sintéticas — isto é, artificialmente produzidas pelo ser humano — também os contêm (obviamente), e, assim como as substâncias de ocorrência natural, têm inúmeras aplicações cotidianas.

Os textos e as ilustrações destas duas páginas mostram um breve resumo da importância dos elementos. Cada item relacionado no texto apresenta uma aplicação, utilidade, ocorrência ou característica de: (1) substância simples formada pelo elemento; (2) substância composta ou íon em cuja composição ele tome parte; (3) mistura ou material em que um ou mais componentes tenham o elemento como constituinte.

3 3B
POTÁSSIO K 19
• sistema nervoso
• sal light
• sabões macios
• fertilizantes
• salitre
• pólvora
• máscaras de oxigênio para emergências

CÁLCIO Ca 20
• calcário, cal viva e cal hidratada
• conchas de molusco, mármore, pérolas, casca de ovos
• gesso e giz
• ossos e dentes
• cimento

ESCÂNDIO Sc 21
• aditivo em lâmpadas fluorescentes
• tubo de imagem de televisores não planos
• tela de osciloscópios
• ligas com alumínio
• indução da germinação de sementes

4 4B
TITÂNIO Ti 22
• implantes dentários
• próteses e implantes ósseos
• *notebooks*
• marca-passos
• pigmento branco para tintas, cosméticos e pasta de dente

5 5B
VANÁDIO V 23
• turbinas de avião
• aço para molas
• aço inox
• catalisadores para produzir ácido sulfúrico e para remoção industrial de gases poluentes

6 6B
CRÔMIO Cr 24
• aço inox
• revestimento de torneiras, instrumentos musicais e peças para automóveis e motos
• brocas de perfurar
• pigmento para tintas
• curtimento do couro

7 7B
MANGANÊS Mn 25
• aço para cofres, trilhos, ferramentas, facas, colheitadeiras, arados e ferramentas
• pilha seca comum e alcalina
• antifúngico
• agentes oxidantes

8 8B
FERRO Fe 26
• aço (constituinte principal)
• ferramentas, pregos, parafusos, arames, latas, motores, carros
• imãs
• hemoglobina
• centro da Terra

9 8B
COBALTO Co 27
• lâminas de barbear, brocas de perfurar, ferramentas
• imãs
• vitamina B12
• diagnósticos em medicina nuclear
• pigmento para tintas

RUBÍDIO Rb 37
• fotocélulas
• telas fluorescentes
• datação de rochas, em geologia, empregando propriedades radioativas
• removedor de O_2 em equipamentos de alto vácuo

ESTRÔNCIO Sr 38
• fogos de artifício vermelhos
• foguetes sinalizadores
• datação de rochas, em geologia, empregando propriedades radioativas
• diagnósticos em medicina nuclear

ÍTRIO Y 39
• *laser* para cortar, soldar e perfurar
• radares
• imãs de campo magnético intenso
• tratamento de certas formas de câncer
• lentes para câmeras

ZIRCÔNIO Zr 40
• sonda lambda (sensor de O_2 no escapamento de carros)
• tubos para as varetas de fissão nuclear
• cerâmicas e materiais refratários
• abrasivos

NIÓBIO Nb 41
• revestimento de relógios finos
• tubulações
• ferramentas de corte
• termopares
• supercondutor para imãs potentes
• implantes cirúrgicos

MOLIBDÊNIO Mo 42
• aços especiais para facas e automóveis
• lubrificantes em pó
• nódulos (nas raízes de leguminosas) que fixam nitrogênio do ar em compostos que dão fertilidade ao solo

TECNÉCIO Tc 43
• artificialmente produzido, por não ser encontrado em nosso planeta
• diagnósticos em medicina nuclear de pulmões, ossos, medula óssea, placenta, rins e fígado

RUTÊNIO Ru 44
• instrumentos cirúrgicos
• catalisadores industriais
• revestimento de eletrodos
• *chips* eletrônicos
• contatos elétricos

RÓDIO Rh 45
• conversores catalíticos
• contatos elétricos
• revestimento brilhante e anticorrosivo para joias e relógios
• catalisadores industriais
• fibras ópticas

CÉSIO Cs 55
• mecanismo de ajuste da órbita de satélites
• fotocélulas
• relógio atômico
• radioterapia do câncer
• removedor de O_2 em equipamentos de alto vácuo

BÁRIO Ba 56
• liga de Ba–Ni usada em velas de ignição
• fogos de artifício verdes
• contraste opaco para radiografias intestinais
• fluido para perfuração
• cristais piezelétricos

LANTÂNIO La 57
• pedras de isqueiro
• vidros para lentes especiais
• microscópios eletrônicos
• catalisadores para processamento do petróleo

HÁFNIO Hf 72
• barras empregadas no controle da fissão em reatores de submarinos nucleares e usinas termonucleares
• *flashes* fotográficos
• cerâmicas refratárias
• isolantes térmicos

TÂNTALO Ta 73
• instrumentos cirúrgicos
• implantes ósseos
• capacitores
• eletrodos para letreiros de gás neônio
• retificadores de corrente elétrica

TUNGSTÊNIO W 74
• brocas perfuratrizes de *widia* (liga W–Co)
• filamento de lâmpadas incandescentes
• ferramentas
• cátodos de aparelhos produtores de raios X
• eletrodos para solda

RÊNIO Re 75
• liga para resistência usada em fornos elétricos
• catalisador na produção de gasolina por reforma catalítica
• termopares para medir altas temperaturas

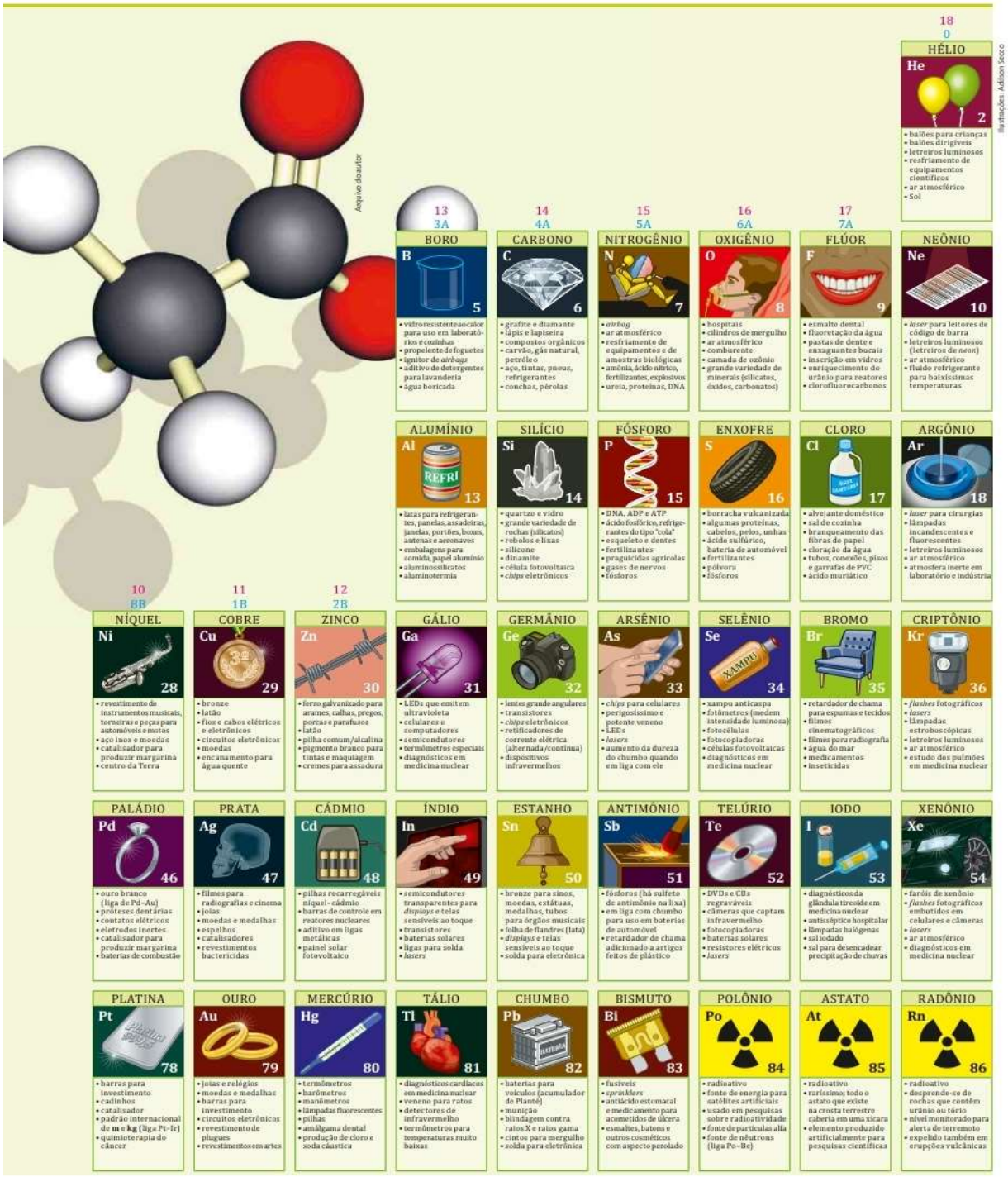
ÓSMIO Os 76
• ponta da pena de canetas-tinteiro
• agulhas de injeção
• catalisadores industriais
• agulha de bússola
• reagente para revelar impressões digitais

IRÍDIO Ir 77
• película em óculos de sol iridescentes
• extremidade das velas de ignição
• padrão internacional de m e kg (liga Pt–Ir)
• ponta da pena de canetas-tinteiro

118 UNIDADE B Elementos químicos e tabela periódica

Fonte: Canto (2016, p.118).

Figura 38 - Os elementos Químicos no cotidiano. Livro: Química na abordagem do cotidiano, parte 2.



Fonte: Canto (2016, p.119).

Assim como alguns livros analisados, os metais de transição são abordados em temas que passam pela relevância deles na Revolução Industrial e na produção de ligas metálicas.

Cabe destacar uma tabela criada pelo autor que divide alguns elementos químicos importantes em três classes, segundo sua abundância no corpo humano: 1 – grande quantidade; 2 – pequena quantidade e 3 – traços. Em cada subdivisão, os elementos aprecem com uma breve descrição de sua importância para o organismo vivo. Por exemplo, o cobalto é retratado apenas como importante para a composição da vitamina B_{12}, entretanto sem trazer nenhuma informação adicional sobre o papel dessa vitamina no nosso organismo, nem sequer alguma explicação do papel do próprio cobalto na vitamina, essa abordagem perde completamente o vínculo que o estudante poderia fazer com sua realidade. Pelo menos nessa parte do livro, o estudante pode ter uma noção, mesmo que muito breve, de que os elementos-traço presentes no organismo são em sua maioria metais de transição.

E além de ter essa tabela, que já pode ser utilizado como meio estratégico para uma aula diferencial, o autor propõe uma atividade onde deve-se reunir os alunos em grupo com 4 ou 5 estudantes para que escolham um dos elementos da tabela que estão presente no organismo com objetivo de pesquisar sobre suas fontes alimentares. E para o elemento escolhido, pesquisar também sobre os problemas que podem trazer o excesso para o organismo (mas pode também abordar sobre a falta), para no fim expor para os demais colegas de sala os resultados obtidos, como pode ser analisado na figura 33.

Figura 39 - Elementos Químicos presentes no corpo humano. Livro: Química na abordagem do cotidiano.

ENTRE SABERES
BIOLOGIA • QUÍMICA

Veja comentário sobre esta seção em Orientações Didáticas.

Elementos químicos presentes no corpo humano

Elemento	Símbolo	Z	Comentário
Presentes em grande quantidade			
Hidrogênio	H	1	São formadores de substâncias presentes em grande quantidade no organismo (açúcares, proteínas, gorduras etc.). Dentre eles, hidrogênio e oxigênio formam a água (H_2O), que é responsável por mais da metade da massa de um ser humano.
Carbono	C	6	
Nitrogênio	N	7	
Oxigênio	O	8	
Presentes em quantidade pequena			
Sódio	Na	11	Forma íon (Na^+) presente no sangue e nos demais líquidos do organismo.
Magnésio	Mg	12	Forma íon (Mg^{2+}) que tem papel importante no funcionamento de músculos.
Fósforo	P	15	Presente no fosfato, que toma parte no sistema de armazenamento de energia.
Enxofre	S	16	Participa da composição de algumas proteínas.
Cloro	Cl	17	Forma íon (Cl^-) presente no sangue e nos demais líquidos do organismo.
Potássio	K	19	Forma íon (K^+) presente no sangue e nos demais líquidos do organismo.
Cálcio	Ca	20	Toma parte em ossos e dentes, na forma de íon (Ca^{2+}).
Presentes em quantidade muito pequena (apenas traços)			
Flúor	F	19	Participa do esmalte dental, que reduz a formação de cáries.
Crômio	Cr	24	Participa do metabolismo dos açúcares.
Manganês	Mn	25	Ajuda na metabolização de açúcares e gorduras e na formação óssea.
Ferro	Fe	26	Componente da hemoglobina, pigmento que transporta oxigênio no sangue.
Cobalto	Co	27	Faz parte da composição da vitamina B_{12}.
Cobre	Cu	29	Ajuda na ocorrência de algumas reações químicas.
Zinco	Zn	30	Necessário ao crescimento normal.
Selênio	Se	34	Auxilia a digestão de óleos e gorduras.
Molibdênio	Mo	42	Ajuda na ocorrência de algumas reações químicas.
Iodo	I	53	Importante para o bom funcionamento da tireoide.

Fonte dos dados: BETTELHEIM, F. A. et al. *Introduction to general, Organic and Biochemistry*. 10. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2013. p. 823-827.

UNIDADE B Elementos químicos e tabela periódica

Dos mais de cem elementos químicos conhecidos, apenas alguns são necessários ao organismo humano. Tais elementos são provenientes dos alimentos e fazem parte da composição de substâncias existentes no corpo humano. Alguns deles aparecem em quantidade maior do que outros.

Ilustrações: Adilson Secco

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Os elementos que aparecem nos quadrinhos destacados existem no organismo humano em:

- grande quantidade (correspondem a cerca de 99,3% do total de átomos do corpo humano);
- pequena quantidade (cerca de 0,7% do total de átomos do corpo humano);
- quantidade muito pequena (menos de 0,01% do total de átomos do corpo humano).

Fonte: Tabela elaborada a partir de dados de BLOOMFIELD, M. M.; STEPHENS, L. J. *Chemistry and the living organism*. 6. ed. New York: Wiley, 1996. p. 95.

ATIVIDADES

REGISTRE NO CADERNO

Reúnam-se em grupos de 4 ou 5 estudantes para a realização das atividades.

1. Escolham um dos elementos da tabela da página anterior, do sódio ao iodo, e, para ele, pesquisem quais são as fontes alimentares que o fornecem ao organismo.
2. Para o mesmo elemento escolhido, pesquisem que problemas pode trazer o excesso dele no organismo.
3. Escolham um elemento que não foi mencionado na tabela da página anterior e que seja, sabidamente, venenoso para o ser humano. Pesquisem a razão da toxicidade do elemento escolhido e as possíveis fontes de contaminação. Verifiquem se existe tratamento médico que possa salvar a vida do indivíduo contaminado e, em caso afirmativo, que tratamento é esse.
4. Exponham para os demais colegas de sala os resultados obtidos nos itens anteriores.

Introdução à estrutura atômica CAPÍTULO 5

Fonte: Canto (2016, p.90-91).

5.1.9 Química Cidadã – Wildson Santos & Gerson Mól (2016).

Nesse livro, a única tentativa de contextualizar os metais de transição ocorre de forma extremamente superficial, em uma tabela que dedica apenas uma de suas linhas para agrupar todos os metais de transição e descrever poucas características comuns a eles, tais como o fato de “serem duros e quebradiços, com exceção do mercúrio que é líquido” (Figura 40).

Figura 40 - Propriedades e curiosidades dos metais de transição. Livro: Química cidadã.

PRINCIPAIS PROPRIEDADES DAS SUBSTÂNCIAS E DOS ÁTOMOS DOS GRUPOS				
	Características das substâncias simples (em condições ambientais)	Carga mais comum dos íons	Tipos de substâncias compostas comumente formadas	Ocorrências mais comuns
1 Metais alcalinos	Sólidos prateados, brilhantes e moles, maleáveis, dúcteis e bons condutores de eletricidade.	1+	Sais – NaCl, KBr, Li_2S Álcalis – LiOH, NaOH, KOH Óxidos – K_2O, Na_2O, Li_2O	Cátions monovalentes formando sais.
2 Metais terrosos	Sólidos prateados e com boa condutividade. São mais duros do que os elementos do grupo 1.	2+	Sais – $CaSO_4$, $MgCO_3$, $Sr(NO_3)_2$ Álcalis – $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ Óxidos – CaO, BaO, SrO	Cátions bivalentes formando sais e óxidos.
3 a 12 Metais de transição	Sólidos metálicos, duros e quebradiços, com exceção do mercúrio, que é líquido.	Normalmente entre 1+ e 6+	Sais – $AgNO_3$, $CoCl_2$, $ZnSO_4$ Óxidos – FeO, TiO, MnO_2 Complexos – metais ligados a vários íons.	Encontrado em minerais na forma de óxidos.
13 Grupo do boro	Sólidos prateados, exceto o boro.	3+	Óxidos – Al_2O_3, B_2O_3	Encontrado em minerais na forma de óxidos.
14 Grupo do carbono	Sólidos.	Variável.	C e Si podem formar cadeias de átomos produzindo enorme variedade de substâncias.	Organismos vivos (C), silicatos (Si) ou como óxidos.
15 Grupo do nitrogênio	Sólidos, exceto o nitrogênio, que se apresenta na forma gasosa.	Variável.	Óxidos – NO_2, P_2O_5, As_2O_5 Ácidos – HNO_3, H_3PO_4	Atmosfera (N), organismos vivos (N e P) e minerais (todos).
16 Calcogênios	Sólidos, exceto o oxigênio, que se apresenta na forma gasosa.	2–	Sulfetos – FeS_2, PbS, ZnS Diferentes óxidos – CaO, SiO_2, H_2O	Atmosfera (O), organismos vivos (O e S) e minerais (todos).
17 Halogênios	Gases (F_2 e Cl_2), líquido (Br_2) e sólido (I). São maus condutores de eletricidade e calor, tóxicos e apresentam odores fortes.	1–	Ácidos – HF, HCl, HBr Óxidos e diferentes ácidos Sais – NaF, NaCl, KBr	Formam diferentes ânions e estão em substâncias orgânicas e minerais.
18 Gases nobres	Gases.	Em geral, não formam íons.	Dificilmente formam substâncias compostas.	Gases na atmosfera.

Atualmente, conforme determinação da organização de Química que normatiza a linguagem química, Iupac, os grupos são identificados pela numeração de 1 a 18. Em tabelas antigas, a representação era feita por algarismos romanos seguidos das letras A (grupos 1, 2 e de 13 a 18) ou B (3 a 12). Alguns desses grupos são conhecidos por um nome específico, enquanto outros o são pelo nome do primeiro elemento (veja 2ª quadro acima).

O **hidrogênio**, cujos átomos são responsáveis por aproximadamente 70% da massa do Universo, é um caso especial na classificação dos grupos: seus átomos e substâncias possuem algumas propriedades semelhantes às dos elementos do grupo 17 (halogênios) e configuração eletrônica semelhante à dos elementos do grupo 1, apesar de não ser um metal. Por esse motivo, embora seja colocado acima do grupo 1 em várias tabelas, lembre-se de que ele não pertence a esse grupo. Seu estudo é feito de maneira isolada dos demais. Em algumas tabelas, chega-se a colocar o hidrogênio separado de todos os outros elementos.

191

SUBSTÂNCIAS SIMPLES DE ALGUNS ELEMENTOS QUÍMICOS

Metais alcalinos	Metais alcalino-terrosos	Metais de transição			Grupo do boro	Grupo do carbono	Grupo do nitrogênio	Calcogênios	Halogênios	Gases nobres
Na	Mg	Ti	Ni	V	Al	Sn	N	O	Br	Ne
K	Ca	Cu	Mn	Zn	In	Pb	P	S	I	Ar

▲ Observe que as **substâncias simples**, representadas até o grupo do carbono, têm aparência metálica e as demais, não.

Os elementos dos grupos 1 e 2 e os de 13 a 18 são chamados representativos, e seus dois primeiros elementos, exceto no caso do grupo 18, são denominados típicos, por representarem bem as propriedades químicas dos demais componentes de seus grupos. Os átomos desses elementos constituem a maior parte das substâncias que nos rodeiam.

Os elementos dos grupos de 3 a 12 são chamados elementos de transição, pois as suas substâncias possuem propriedades entre os dois primeiros grupos dos elementos representativos e os grupos dos elementos representativos logo a seguir.

Os elementos das duas linhas separadas da tabela periódica pertencem, respectivamente, ao sexto e ao sétimo períodos e são denominados lantanídios e actinídios (nomes dados pelo primeiro elemento de cada série: lantânio e actínio) ou elementos de transição interna. Antigamente, essas séries eram denominadas terras-raras, por causa da baixa incidência de minerais contendo átomos de seus elementos.

Metais, não metais e gases nobres

Conforme a Iupac, os elementos são classificados, também, de acordo com as características de suas substâncias simples, em metais, não metais e gases nobres.

A maioria dos elementos químicos é classificada como metal, por suas substâncias apresentarem propriedades metálicas. Você saberia dizer quais são essas propriedades?

Olhe ao redor. Com certeza, você vai ver alguma coisa feita de metal: o ferro dos parafusos, o cobre dos fios elétricos, o alumínio das panelas, a prata e o ouro das joias. E você não deve ter nenhuma dificuldade em distinguir um produto feito de metal. Mas você saberia dizer em que um metal é diferente de outros materiais?

Eis as propriedades que caracterizam os materiais metálicos:

- Boa condutibilidade térmica (calor) e elétrica;
- Brilho característico;
- Ductibilidade (capacidade de formar fios);
- Maleabilidade (capacidade de formar lâminas finas).

192

Fonte: Santos; Mól (2016, p.191-192).

E assim como os demais livros analisados nesse trabalho, o autor indica a localização dos metais de transição na tabela periódica dos elementos. E ao citar algum elemento de transição, são mostradas algumas propriedades físicas, tais como temperatura de fusão e ebulição, porém nada que possa ser relacionado à importância desses elementos em processos metabólicos que mantêm a homeostase do organismo, sendo assim importantes para a manutenção da vida.

5.2 Visão Geral Comparativa dos Livros do Ensino Médio.

A análise apresentada demonstra que a maioria dos livros abordam os elementos de transição de forma breve, muitas das vezes apresentando apenas algumas de suas propriedades físicas, tais como temperatura de ebulição e fusão e densidade. Apesar dessas propriedades serem uma forma de diferenciar os metais de transição dos elementos representativos, elas têm pouca relação com o cotidiano do estudante. Na busca por uma contextualização dos metais de transição, algumas das literaturas estudadas trazem a importância tecnológica deles na formação de ligas metálicas importantes. Porém ficou evidente a escassez de uma abordagem que relacionasse a capacidade de tais metais em formar íons complexos com a formação de biomoléculas essenciais para a vida.

Somente alguns dos nove livros analisados apresentaram que alguns metais de transição estão presente em nosso organismo. Ricardo Feltre (2004) aborda a importância do elemento de transição para a manutenção da vida, tanto do reino animal, usando o exemplo da hemoglobina, como também do reino vegetal, usando o exemplo da clorofila, porém de forma superficial. Cistato *et al. (*2016) apresenta apenas em um exercício que existem os elementos de transição no corpo humano. Usberco e Salvador cita brevemente as indicações da dieta com baixo teor de sódio, bem como um tópico sobre a dieta de ferro para pessoas anêmicas. Apesar de não citar diretamente a presença de metais de transição no organismo, cabe destacar que Martha Reis (2016) propõe uma atividade interdisciplinar entre Química e Biologia. Canto (2016) mostra uma tabela dos elementos Químicos que estão presentes no corpo humano, indicando os traços, com alguns metais de transição e sua função, indicando inclusive uma atividade com esse tema.

5.3 Proposta metodológica (Plano de aula).

A dificuldade no processo de ensino-aprendizagem da Química no Ensino Médio, bem como a falta de interesse dos alunos, tem sido bastante discutida no meio educacional, sendo atribuída, em grande parte, ao uso predominante da metodologia tradicional, centrada em aulas expositivas e na memorização de conteúdos

complexos, abstratos e memorizações. Muitos professores permanecem nesse modelo por comodidade, o qual resulta o afastando dos estudantes da disciplina. Para mudar esse cenário, pesquisadores e estudiosos propõem metodologias alternativas que tornem o ensino mais atrativo, afetivo e significativo, valorizando a problematização, o estímulo ao pensamento crítico e a participação ativa dos alunos no processo, levando os a ser os protagonistas. É fundamental que o ensino de Química seja contextualizado e interdisciplinar, aproximando os conteúdos do cotidiano dos estudantes e evidenciando sua relevância prática, social e econômica. Com isso, metodologias ativas surgem como alternativa eficaz, promovendo a autonomia e o protagonismo do aluno, além de possibilitar uma integração entre diferentes áreas do conhecimento, como a Química e a Biologia, enriquecendo o processo pedagógico e favorecendo a construção de um saber mais sólido e conectado à realidade, levando ao aluno se interessar pelo o que está sendo estudado (Lima, 2012; Silva, 2011; Rocha, 2013; Paiva, *et al.,* 2016; Diesel, *et al,* 2017).

Dentre as metodologias ativas aplicadas no processo de ensino-aprendizagem, ressalta-se a Peer Instruction (Instrução por Pares), criada nos anos 1990 pelo professor Eric Mazur, da Universidade Harvard. Essa abordagem surgiu da constatação de que os alunos conseguiam passar nos exames sem, de fato, compreender os conceitos fundamentais, especialmente em Física. A metodologia exige que os estudantes estudem previamente o conteúdo e discutam em sala, em duplas, seus entendimentos, promovendo uma aprendizagem colaborativa e monitorada por meio de ferramentas online. Segundo Toledo e Lage (2013), suas principais características incluem leitura prévia, interação constante entre professor e aluno e participação ativa do discente. Outra metodologia relevante é a Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom), criada em 2007 pelos professores de Química Aaron Sams e Jonathan Bergmann. Nessa abordagem, o conteúdo é disponibilizado antecipadamente em vídeos, textos ou outras mídias, permitindo que o aluno estude em seu próprio espaço, tempo, ritmo que o agrade antes do encontro presencial. Durante a aula, o professor atua como mediador “o que faz acontecer” e o aluno assume um papel ativo, participando de debates, projetos e atividades em grupo, o que caracteriza uma aprendizagem mais autônoma, personalizada e alinhada com os princípios do ensino híbrido (Toledo; Lage, 2013; Ferreira; Kempner-Moreira, 2017; Silveira Junior, 2020; Martins, *et al.,* 2021; Pereira; Silva, 2018; Feitosa, 2017).

Portanto, usando alguns princípios dessas metodologias, foi pensado um plano de aula como uma proposta para o ensino de Química no Ensino Médio, sobre os metais de transição no organismo. Para isso foi adaptado o modelo do plano de aula que é fornecido pelo IFPE Campus Ipojuca nos estágios supervisionados. A aula tem como tema “A importância dos elementos de transição para o organismo”, como pode ser visto descrito no quadro 3.

Quadro 3 - Proposta de um plano de aula.

● **Tema da aula: Importância dos elementos Químicos para o organismo.**
● **Dados de Identificação:** ● Ano/série: 1° Ano ● Duração: 2h/a
● **Conteúdos:** ● Metais de transição; Elementos Químicos; Tabela periódica.
● **Objetivos:** ● Objetivo geral: Mostrar a importância dos metais de transição para o organismo vivo. ● Objetivos específicos:
● **Metodologia/ desenvolvimento da aula:** ● **1°** Em aulas anteriores foi introduzido o assunto sobre tabela periódica, ou sobre os elementos químicos. Indicando que além do uso tecnológico, alguns elementos se encontram no organismo, mostrando sua importância e sua participação no metabolismo humano. ● **2°** O docente irá, nessa aula anterior, separar a sala em grupos (fica a critério do docente se ele irá separar ou os alunos irão fazer os grupos). Podendo ser separado em 2 ou 3 grandes grupos

- **3°** Após o docente irá comunicar a sala que terá uma roda de debates, onde cada grupo ficará responsável por um metal de transição, com o intuito de “defender” esse elemento Químico.

- **4°** Após o professor irá disponibilizar vídeos aulas, textos ou outras mídias sobre o elemento de transição a cada grupo, com o objetivo de o aluno ver em um espaço, tempo e no ritmo que o agrade, para que os mesmos adquirem o conhecimento para o debate.

- **5°** No dia da aula a sala será dividida, cada um no seu grupo, e o professor será o mediador do debate

- **6°** O professor precisará “fazer acontecer” (sala de aula invertida), irá fazer perguntas sobre os elementos que cada um será responsável de defender. A fim de que motive os alunos.

- **7°** Para responder as perguntas terão um tempo de 10 min para conversarem e discutirem entre si a possível resposta certa. Enquanto isso o professor será o responsável de ser o intermediador, levando ao discente ser o protagonista da aula.

- **8°** Para a resolução da pergunta, casa grupo terá de 5 a 10 minutos para responder, de forma discursiva, fica a escolha do aluno se irá utilizar o quadro para ilustração. (O Intuito de conseguirem explicar na forma deles).

- **9°** Por fim o docente irá trazer a conclusão, mostrando que a Química vai além de uma matéria “abstrata”, e está presente no nosso cotidiano, como por exemplo em nosso organismo, o qual existem reações fundamentais e essenciais para a manutenção da vida.

● **Recursos didáticos:** ● Pincel; ● Apagador; ● Quadro Branco.
● **Avaliação da aprendizagem:** ● Avaliação será feita por meio da observação do envolvimento e desenvolvimento dos discente a aula proposta.
● **Referências**: Fica a critério do docente.

Fonte: O Autor (2025).

O objetivo dessa aula é facilitar o entendimento do discente sobre a Química, mostrando o quão importante e presente essa matéria está no nosso cotidiano.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos do Ensino Médio, geralmente, apresentam ter uma visão distorcida da importância da Química no seu dia a dia, muitas vezes apoiados numa perspectiva de que essa matéria é cansativa, que não tem nada a ver com o cotidiano em que eles vivem.

A Química está presente em nosso cotidiano, presente na natureza, em reações que acontecem simultaneamente, presente na sociedade, na criação de novos materiais, e primordialmente no nosso organismo, onde ocorrem reações vitais para manter a homeostase fisiológico e nessas reações, muitas das quais, sem os metais de transição, não seriam possíveis.

Os metais de transição são elementos que são conhecidos por suas utilizações nas indústrias, nas produções de ligas metálicas, ou confecções de vidros e cerâmicas, entretanto além dessas características, esses elementos são importantíssimos para o organismo. Mesmo em quantidades pequenas no organismo, são elementos essenciais para a manutenção da vida, podendo ser visto a interdisciplinaridade da Química e Biologia. Infelizmente, esse tipo de conteúdo não tem sido adequadamente explorado no ensino médio.

Após o estudo realizado sobre o papel do ferro, zinco, cobre e cobalto para a saúde humana, evidenciou-se a importância de tal conhecimento para o indivíduo, no que se refere a sua qualidade de vida, podendo ser um caminho estratégico para aprimorar qualidade do ensino interdisciplinar, contextualizado e eficaz, a fim de obter a afeição do aluno pela Química Geral.

Para conseguir reverter a ideia de que a Química é uma disciplina puramente abstrata e cansativa, a estratégia de mostrar a importância da Química para a vida do próprio estudante tem um grande potencial.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) cita que é importante conseguir correlacionar o conhecimento com a realidade sociocultural, e isso é alcançado por meio da contextualização, o qual considera as necessidades e interesses dos alunos, a diversidade regional e as experiências do seu dia a dia. E a BNCC também defende o uso da interdisciplinaridade como um meio metodológico importante no ensino-aprendizagem.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM), indica a utilização da relação contextualização e interdisciplinaridade, onde ele diz “A integração dos diferentes conhecimentos pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora”.

A análise realizada nos noves livros didáticos de Química do Ensino Médio demonstrou que, em sua maioria, abordagem da importância dos metais de transição para a vida humana, quando não se faz presente, é apresentada de forma superficial. Muitos livros limitam-se a apresentar os metais de transição apenas dentro do estudo da Classificação Periódica dos Elementos, usando uma perspectiva descritiva de propriedades desses importantes elementos metálicos.

Dessa forma, foi planejada um plano de aula sobre a importância dos elementos de transição no organismo. E para essa aula foi utilizada a estratégia das metodologias ativas, com o intuito de levar o discente a ser o centro da aula. Foram relacionadas duas metodologias ativas, sendo elas, Instrução em pares (Peer Instruction) e a Sala invertida (Flipped Classroom). Essas aulas são uma proposta alternativa para o docente, para ele buscar a atenção do aluno pela matéria da Química, saindo assim da metodologia tradicional.

Não resta dúvida sobre a importância de correlacionar os metais de transição com a Biologia, pois assim é possível levar ao discente uma abordagem da Química que vá além da abstração que permeia muitos tópicos dessa disciplina, demonstrando que, mesmo os não muito falados metais de transição estão presentes no seu cotidiano, e, mais do que isso, dentro do seu próprio organismo desempenhando um papel vital.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. *et al.* Contextualização do ensino de química: motivando alunos de ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16.; ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 10., 2008, Salvador. **Anais** [...]. 2008. Disponível em: http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/x_enex/ANAIS/Area4/4CCENDQPEX01.pdf. Acesso em: 02 mar. 2025.

ALVES, A. N. L.; DELLA ROSA, H. V. Exposição ocupacional ao cobalto: aspectos toxicológicos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 2, p. 129–139, abr. 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcf/a/GLnqGsyCrbb5jcWTgktJFsh/. Acesso em: 19 fev. 2025.

ARAUJO, A. C. F. *et al*. Relato das dificuldades em aprender química de alunos da educação básica de uma escola pública de campina grande. *In*: ENCONTRO DE INICIAÇÃO A DOCÊNCIA DA UEPB, 7.; ENCONTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 5., 2019, Campina Grande. **Anais**[...]. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/64673. Acesso em: 01 jan. 2025.

ARAÚJO, L. **Cobre (Cu)**: Manual da Química. 2020.Disponível em: https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/cobre-cu.htm.

ARAÚJO, G. X. de; BARROSO, R. R. **A importância da aplicação de jogo pedagógico passa e repassa na aprendizagem de cálculo estequiométrico na disciplina de química no ensino médio**. 2011. Trabalho de conclusão (Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14809. Acesso em: 03 jan. 2025.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente, 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 667-704.

ATKINS, P. W; SHRIVER, D.F. **Química Inorgânica**, 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003. p. 239-274.

BAGNATO, V. **Os elementos Químicos**:Ferro. 2021. Disponível: https://youtu.be/LGkyWvtPc0Y?si=m8a6_mad6GVvkOYv.

BARAN, H. Suplementação de elementos-traço. **Cadernos temáticos de Química nova na escola**, n. 6, p. 7-12, 2005. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/06/a04.pdf. Acesso em: 10 jan. 2025.

BORBA, L. *et al.* A importância do ferro no organismo humano: uma revisão integrativa da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/366585618_A_importancia_do_ferro_no_organismo_humano_uma_revisao_integrativa_da_literatura. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRAGA, J. A. P.; VITALLE, M. S. S. Deficiência de ferro na criança. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 32, p. 38–44, jun. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbhh/a/QWdTYfPCzqVNKjTWHjmGw3M/. Acesso em: 17 fev. 2025.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf. Acesso em: 02 mar. 2025.

CANTO, Eduardo. **Química na abordagem do cotidiano**. vol. 1. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 118.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401–404, maio 2000. Disponível em https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000300018. Acesso em: 03 jan. 2025.

CARNEIRO, M. *et al.* Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 101–113, maio 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/s8K7cB5J4zqgQh46kjf6NBr/?format=pdf&lang=ptAcesso em: 02 mar. 2025.

CISCATO, C.A.M. *et al*. **Química**. vol. 1. São Paulo: Moderna, 2016. p. 50.

CRUZ, J.; SOARES, H. Uma revisão sobre o zinco. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 15, n. 1, p. 207-222, 2011. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26019329014. Acesso em: 18 fev. 2025.

DA CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, [*s. l.*], v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf . Acesso em: 02 jan. 2025.

DA FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

DA SILVA, José. A etimologia de biomoléculas com metais de transição como auxiliar na aprendizagem de Química Biológica. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1458-1463, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000900030 . Acesso em: 04 jan. 2025**.**

DA SILVA, W. A dificuldade do ensino aprendizado no exercício da Química no Ensino Médio de algumas escolas públicas do interior do Tocantins. **Facit Business and Technology Journal**, v. 1, n. 23, 2021. Disponível em: https://revistas.faculdadefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/855. Acesso em: 05 jan. 2025.

DEVIDIS, D. **Tatuagem**: um estudo toxicológico das tintas e da sua remoção. 2019. 19f. Trabalho de conclusão (Farmácia-Bioquímica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/61085e2b-0b4b-4adb-a11a-88bb3229ef8c/3050664.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

DIESEL, A.; BALDEZ, A.; MARTINS, S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. Disponível em: http://penta3.ufrgs.br/Flipped/oficina/Os%20principios%20das%20metodologias%20ativas%20-%202017.pdf. Acesso 11 mar. 2025.

DO BOMFIM, A. B. R. M.; Reis B. C. C. Suplementação de ferro na população pediátrica: uma revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 7, p. e9877, 11 maio 2022. Disponível em: https://acervomais.com.br/index.php/medico/article/view/9877. Acesso em: 17 fev. 2025.

ESPASANDIN, V. L.; DAS CHAGAS, L. C.; CARDOSO, C. de P. Hemocromatose Hereditária: investigação do tipo raro em paciente com história familiar de 4 parentes de 1º grau com hepatopatia grave: Relato de caso. **Brazilian Journal of Development**, [*S. l.*], v. 7, n. 8, p. 75947–75963, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n8-019. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/33774. Acesso em: 16 fev. 2025.

ESTEVÃO, Paula; MIRANDA, Jussara. Abordagem da análise do complexo de hemoglobina e do efeito cooperativo no ensino de Química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1731.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.

FEITOSA, R.; BERGMANN, J.; SAMS, A. Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 104 p. **Ensaio Pesquisa em**

Educação em Ciências, v. 19, p. 614-618, 2017. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321641484_Resenha_-_Sala_de_aula_invertida. Acesso em: 12 mar. 2025.

FELTRE, R. **Química**: Química Geral. vol.1. 6.ed. São Paulo: Moderna, 2004. p, 114.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 61. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

FERREIRA, E.; KEMPNER-MOREIRA, F. Metodologias ativas de aprendizagem: relatos de experiências no uso do peer instruction. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GESTÃO UNIVERSITÁRIA, 17., 2017, Florianópolis. **Anais** [...] Florianópolis: Ufsc, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/181135/102_00146.pdf?sequenc. Acesso em: 11 mar. 2025.

FONSECA, M. **Química**. vol. 1. São Paulo: Ática, 2016. p, 178; 181.

GARDNER, H. **Frames of mind**: the theory of multiple intelligences. New York: Basic Books, 1983.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIUBERTI, K. *et al*. **Efeitos da exposição crônica a baixas concentrações de cloreto de mercúrio (20 ηM) sobre o sistema cardiovascular de ratos**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espirito Santo, 2010. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/161368333.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

GOMES, Sandra. **Proposta metodológica para o ensino de química**. 2018. Monografia (Licenciatura em Química) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEM. 2018. Disponível em: https://repositorio.unifaema.edu.br/bitstream/123456789/2128/1/Sandra%20Regina%20Gomes.pdf. Acesso em: 02 jan. 2025.

GONÇALVES, J. **Zinco (Zn)**: Manual da Química. Disponível em: https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/zinco-zn.htm, 2023.

GROTTO, H. Z. W. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 30, n. 5, p. 390–397, set. 2008.

INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO DE MINERAÇÃO DO BRASIL (IDM Brasil). **Cobalto**. Disponível em: https://idmbrasil.org.br/item/cobalto/215/, 2022.

KENNELLY, J. *et al.* **Capitulo 10**: Funções Bioquímica dos metais de transição: Bioquímica Ilustrada de Haper, 31. ed. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2021.

KENNELLY, *et al*. Bioquímica ilustrada de Harper, 29.ed. São Paulo: McGraw Hill Education, 2014. p. 49.

KOURY, J. C.; DONANGELO, C. M. Homeostase de cobre e atividade física. **Revista de Educação Física / Journal of Physical Education**, [*S. l.*], v. 76, n. 136, 2007. Disponível em: https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/334. Acesso em: 19 fev. 2025.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. **Fundamentos de metodologia científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

LIBERATO, M.; AGUIAR, G. As funções do cobre e da vitamina E no organismo. Pesquisas Bibliográficas realizadas por alunos das disciplinas de Bioquímica e Química dos Alimentos. Belo Horizonte: Poisson, 2023. vol. 4, cap. 7, p. 34. Disponível em: https://poisson.com.br/livros/individuais/Pesquisas_Bibliograficas/2022_2/Pesquisas_Bibliograficas_Vol4.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

LEE, J.D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. p. 328-341.

LIMA, Ana. **Classificação periódica dos elementos na Tabela Periódica**. Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/quimica/classificacao-dos-elementos.htm, 2022.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, a. 22, n.136, 25 jun. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Lima-22/publication/253328849_Perspectivas_de_novas_metodologias_no_Ensino_de_Quimica/links/02e7e51f82fa481222000000/Perspectivas-de-novas-metodologias-no-Ensino-de-Quimica.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

LINO NETO, S.; ALVES, L. A. Química no Ensino Médio: análise das percepções de estudantes de uma instituição de ensino profissional. **Caderno Pedagógico**, [*S. l.*], v. 21, n. 6, p. e4925, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n6-135. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4925. Acesso em: 01 jan. 2025.

LISBOA, Julio. *et al*. **Ser Protagonista Química**. São Paulo: SM, 2016. vol. 1., p. 14.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S. M. F. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 79–87, jan. 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rn/a/CCfqTxXzvTGzsdYQh7hCMzy/?lang=pt. Acesso em: 18 fev. 2025.

MARQUES JÚNIOR, A. L. D. *et al*. Doença de Wilson: diagnóstico, tratamento e abordagem oftalmológica. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [*S. l.*], v. 10, n. 10, p. 1872–1883, 2024. DOI:

10.51891/rease.v10i10.16088. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16088. Acesso em: 29 fev. 2025.

MARTINS, O.; SILVA, M.; ALMEIDA, V. Sala de Aula Invertida: Uma metodologia Ativa na Aprendizagem. **Ensino em Perspectivas**, [*S. l.*], v. 2, n. 2, p. 1–5, 2021. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/5701. Acesso em: 12 mar. 2025.

MARZZOCO. A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. Capítulo 3. Hemoglobina - Transporte de oxigênio e tamponamento do plasma; p. 37-48.

MONTEIRO, Alexandra. **Recursos Geológicos e Saúde Humana: O uso do Cobalto na Radioterapia**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Bilogia e Geologia) - Universidade do Porto. 2016. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/84317/2/137330.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

PAIVA, M. *et al*. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, v. 15, n. 2, 2016. Disponível em: https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049/595. Acesso em: 11 mar. 2025.

PELIZZARI, A. *et al*. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PEREIRA, T. C.; HESSEL, G. Deficiência de zinco em crianças e adolescentes com doenças hepáticas crônicas. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 27, n. 3, p. 322–328, set. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rpp/a/PkCdm5KCpqg7zDyrnbdRryL/. Acesso em: 18 fev. 2025.

PEREIRA, Z.; SILVA, D. Metodologia Ativa: Sala de Aula Invertida e suas Práticas na Educação Básica. **RECEITA - Revista Ibero-americana de Qualidade, Eficácia e Mudança na Educação**, [*S. l.*], v. 16, n. 4, 2018. DOI: 10.15366/reice2018.16.4.004. Disponível em: https://revistas.uam.es/reice/article/view/9957. Acesso em: 12 mar. 2025.

PERUZZO, Francisco; CANTO, Eduardo. **Química na abordagem do cotidiano**: Química geral e inorgânica. vol. 1. São Paulo: Moderna, 2006. p. 118-119

PORTO, E. A. B.; KRUGER, V. Breve Histórico do Ensino de Química no Brasil. **Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**, v. 1, n. 01, 2013. Disponível em: https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2641. Aceso em: 03 jan. 2025.

REIS, Martha. **Química.** 2.ed. São Paulo: Ática, 2016.

ROCHA, H. **A contextualização e a interdisplinaridade no ensino de Química**: uma análise de livros didáticos ACIDO-BASE e das propostas pedagógicas

realizadas pelos docentes diante da temática. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Físico-Química; Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

ROCHA, J.; VASCONCELOS, T. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais** [...]. p. 1-10, Disponível em: https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf. Acesso em: 05 fev. 2025.

RODRIGUES, M.; SILVA, P.; GUERRA, W. Cobre. **Química nova na escola**, v. 34, n. 3, p. 161-162, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/10-EQ-37-10.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

RODRIGUES, R. *et al.* **Hemoglobinas:** Estruturas Bioquímicas e propriedades. Bauru: Editora canal 6, 2020. Disponível em: https://www.canal6.com.br/livros_loja/Ebook_Hemoglobinas.pdf.

SARGENTELLI, V.; MAURO, A. E.; MASSABNI, A. C. Aspectos do metabolismo do cobre no homem. **Química Nova**, v. 19, n. 3, p. 290-293, 1996. Disponível em: http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1996/vol19n3/v19_n3_11.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

SANTOS, E. *et al*. Aplicação de Estratégias na Abordagem do Conteúdo Eletroquímica. *In*: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO-CONNEP, 7., 2012, Palmas. **Anais** [...]. Disponível em: http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4094/1255. Acesso em: 01 jan. 2025.

SANTOS, J. *et al.* Riscos toxicológicos dos corantes de tatuagens: uma revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Científico**, v. 38, p. e9122-e9122, 2021. Disponível em: https://acervomais.com.br/index.php/cientifico/article/view/9122/5575. Acesso em: 09 mar. 2025.

SANTOS, V.; ACIOLI, M. **Ação dos elementos Químicos no corpo humano – Cobalto (Co)**. Atividade - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Colégio de Aplicação Departamento de Ciências Exatas e da Natureza Bioquímica, 2020. Disponível em: https://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/wp-content/uploads/2020/10/101-Bioqui%CC%81mica-semana-30.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

SANTOS, Wildson; MÓL, Gerson. **Química cidadã**. vol. 1. 3.ed. São Paulo: AJS, 2016. p.,191-192.

SENA, K. C. M. de; PEDROSA, L. de F. C. Efeitos da suplementação com zinco sobre o crescimento, sistema imunológico e diabetes. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 2, p. 251–259, mar. 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rn/a/8LjWK9MWZ3X8dVtrmmNxvbJ/. Acesso em: 18 fev. 2025.

SILVA, A. Proposta para tornar o ensino de química mais atraente. **Rev. Quim. Ind**, v. 711, n. 7, 2011. Disponível em: https://www.abq.org.br/rqi/2011/731/RQI-731-pagina7-Proposta-para-Tornar-o-Ensino-de-Quimica-mais-Atraente.pdf. Acesso em: 09 mar. 2025.

SILVA, C. **Cobalto e Seus Compostos**: um olhar para o Ensino Médio. 2022. 75 f. Trabalho (Graduação em Licenciatura em Ciências) - Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo, Campus Diadema, 2022. Disponível em: https://repositorio.unifesp.br/server/api/core/bitstreams/0b3aeb96-7f73-40ad-8edb-bdba0413ef85/content. Acesso em: 19 fev. 2025.

SILVA, F. C. *et al*.. Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, p. e21061, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/3TLcfqDwpHV8Wq8Pn5yxjdN/abstract/?format=html&lang=pt. Acesso em: 05 mar. 2025.

SILVA, G.; PUMARIEGA, Y. A importância da Psicologia da aprendizagem para o processo de ensino-aprendizagem. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, [*S. l.*], v. 13, n. edespmulti, 2022. Disponível em: https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/1026. Acesso em: 01 jan. 2025.

SILVA, L. de S. V. da. *et al*. Micronutrientes na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 7, n. 3, p. 237–244, jul. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbsmi/a/bL67SRL75WjNkHzkTvsywht/?lang=pt. Acesso em: 17 fev. 2025

SILVEIRA JUNIOR, C. R. **Sala de aula invertida**: por onde começar? 2020. Disponível em: www.ifgoias.edu.br/attachments/article/19169/Saladeaulainvertida_por onde começar (21-12-2020).pdf. Acesso em: 12 mar. 2025.

SOBCZYNSKA-MALEFORA, A. *et al*. Vitamin B12 status in health and disease: a critical review. Diagnosis of deficiency and insufficiency - clinical and laboratory pitfalls. **Critical reviews in clinical laboratory sciences**, v. 58, n. 6, p. 2, 2021. disponível em: https://www.researchgate.net/figure/The-chemical-structure-of-vitamin-B12_fig1_351055936.

SOUZA, A. I.; B. FILHO, M.; FERREIRA, L. O. C. Alterações hematológicas e gravidez. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 24, n. 1, p. 29–36, mar. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbhh/a/w3wFTXDc6wFwJx7VvdKcSdP/. Acesso em: 17 fev. 205.

TABER, K. S. Misconceptions in chemistry: addressing preconceptions in chemical education. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 7, p. 711-725, 2002.

TOLEDO, L.; LAGE, F. O Peer Instruction e as Metodologias Ativas de Aprendizagem: relatos de uma experiência no Curso de Direito. **Revista UNISAL**, 2013. Disponível em: www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=f57a221f4a392b92. Acesso em: 11 mar. 2025.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química conecte LIDi**. São Paulo: Saraiva, 2018. vol. 1. p. 168

USBERCO, J.; SPITALERI, P.; SALVADOR, E. **Química Conecte Live**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2018. Vol. 1. p. 203; 204.

WARTHA, E.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 42-47, 2005. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a09.pdf. Acesso em: 02 mar. 2025.

WARTHA, E.; SILVA, E.; BEJARANO, N. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf. Acesso em: 08 mar. 2025.

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. (orgs.). Ensino de Ciências e Desenvolvimento: O que Pensam os Cientistas. UNESCO. São Paulo, nov. 2009. Disponível em: http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001859/185928por.pdf. Acesso em: 02 jan. 2025.