

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA EM REDE

Flávia Rodrigues Simão de Souza

DA JOIA À BIJUTERIA, UMA VIAGEM AO MUNDO DA QUÍMICA.

Rio de Janeiro
2025

Flávia Rodrigues Simão de Souza

DA JOIA À BIJUTERIA, UMA VIAGEM AO MUNDO DA QUÍMICA.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, do Instituto de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Dr^a Rosa Cristina Dias Peres

Rio de Janeiro

2025

CIP - Catalogação na Publicação

S729d Souza, Flávia Rodrigues Simão de
Da Joia a Bijuteria, uma Viagem ao Mundo da
QUímica / Flávia Rodrigues Simão de Souza. -- Rio
de Janeiro, 2025.
95 f.

Orientador: Rosa Cristina Dias Peres.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós
Graduação em Química em Rede Nacional, 2025.

1. Extração mineral. 2. Eletroquímica. 3.
Bijuterias. 4. Joias. 5. Ensino de Química. I.
Peres, Rosa Cristina Dias, orient. II. Título.

Flávia Rodrigues Simão de Souza

DA JOIA À BIJUTERIA, UMA VIAGEM AO MUNDO DA QUÍMICA.

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Instituto de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovada por:



Documento assinado digitalmente
ROSA CRISTINA DIAS PERES
Data: 20/02/2026 10:16:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Presidente, Dr^a. Rosa Cristina Dias Peres - UFRJ



Documento assinado digitalmente
ROSELI MARTINS DE SOUZA
Data: 02/03/2026 09:38:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. Roseli Martins de Souza - UFRJ



Documento assinado digitalmente
VANESSA VASCONCELOS TORRES
Data: 25/02/2026 16:07:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a. Vanessa Vasconcelos Torres - IFRJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, pela força, sabedoria e luz que me sustentaram em todos os momentos desta jornada.

À minha orientadora, Prof^a. Rosa Cristina Peres, pela dedicação, paciência e por cada orientação que contribuiu para o amadurecimento deste trabalho e para o meu crescimento como pesquisador e educador.

Aos professores do Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI/UFRJ), pela partilha de conhecimento, pelo incentivo constante e pelo compromisso com a formação docente.

Aos meus colegas e amigos de turma, que tornaram essa caminhada mais leve e enriquecedora, pelo apoio, companheirismo e pelas valiosas trocas durante o curso.

Agradecimento especial à minha família, pelo amor e compreensão em cada etapa deste processo. Em especial, ao meu marido, pelo incentivo incondicional, paciência e apoio constante, que foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste sonho, meu sincero agradecimento.

RESUMO

SOUZA, Flávia Rodrigues Simão de. Da Joia à Bijuteria, uma Viagem ao Mundo da Química. Dissertação (Mestrado Profissional em química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio e Janeiro, 2025

Analisando o índice de desenvolvimento da educação básica (Ideb) no Rio de Janeiro em 2019 percebeu-se que este foi o pior entre os estados da região Sudeste. No que tange o ensino da química, o principal motivo deste baixo aproveitamento parece estar associado ao desinteresse dos jovens ao ensino conteudista, onde o professor se posiciona como detentor do conhecimento e figura central durante as aulas. Neste contexto, a proposta deste trabalho é a criação de uma ferramenta didática contendo exemplos cotidianos com enfoque na Química, para auxiliar professores de química que necessitam de suporte para as suas aulas, buscando maior engajamento e compreensão dos fenômenos químicos pelos estudantes. Para tanto, o documento instrucional produzido, o e-book, discute os processos eletroquímicos presentes na produção e utilização de bijuterias, além de trazer um conteúdo mais completo sobre estes assuntos, abordando a extração dos minerais, as ligações metálicas e as propriedades químicas gerais desses acessórios. O material final foi concebido contando com a colaboração de professores de Química do Ensino Médio através das respostas dadas em um questionário qualitativo. A partir das contribuições do questionário, alterações visuais e de conteúdo foram realizadas. Adicionalmente, observou-se que o material tem potencial para melhorar o engajamento dos estudantes e contribuir para uma aprendizagem mais eficaz no ensino médio, em que os professores se mostraram interessados em aderir ao material. Conclui-se que o e-book produzido, é uma ferramenta inovadora e útil para o aprendizado químico na educação básica.

Palavras-chaves: extração mineral, metais nobres, Ensino de Química, bijuterias, joia, eletroquímica

ABSTRACT

SOUZA, Flávia Rodrigues Simão de. From Jewelry to Costume Jewelry: A Journey into the World of Chemistry. Dissertation (Professional Master's Degree in Chemistry) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025

An analysis of the Basic Education Development Index (IDEB) in the state of Rio de Janeiro in 2019 revealed that it presented the lowest performance among the states in the Southeast region of Brazil. Regarding Chemistry education, this low achievement appears to be mainly associated with students' lack of interest in content-centered teaching approaches, in which the teacher assumes the role of the sole knowledge holder and central figure in the classroom. In this context, the present work proposes the development of a didactic tool containing everyday examples with a focus on Chemistry, aiming to support Chemistry teachers in their classes by promoting greater student engagement and improved understanding of chemical phenomena. To this end, the instructional material produced—an e-book—discusses the electrochemical processes involved in the production and use of costume jewelry, while also providing more comprehensive content on these topics, including mineral extraction, metallic bonding, and the general chemical properties of these accessories. The final material was developed with the collaboration of high school Chemistry teachers, based on their responses to a qualitative-quantitative questionnaire. As a result of their contributions, both visual and content-related adjustments were made. Additionally, the material demonstrated potential to enhance student engagement and contribute to more effective learning in secondary education, as teachers expressed interest in adopting it in their teaching practice. It is concluded that the e-book produced represents an innovative and useful tool for Chemistry learning in basic education.

Keywords: mineral extraction; noble metals; Chemistry teaching; costume jewelry; jewelry; electrochemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Alguns Processos Utilizados Na Produção De Joias	27
Figura 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	35
Figura 3 – Análise das Cores Usadas na Diagramação da Cartilha.....	40
Figura 4: Análise de Diagramação da Cartilha.....	50
Figura 5: Análise das Cores da Cartilha.	51
Figura 6: Análise do Tamanho da Fonte	52
Figura 7 Análise das Figuras da Cartilha	53
Figura 8: Análise da Linguagem da Cartilha (Imagem Gerada Por Ia).....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado De Pesquisa Bibliográfica Na Plataforma Web Of Science.	17
Tabela 2. Resultado De Pesquisa Bibliográfica Na Plataforma Scielo.	18

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temas Que Necessitam De Mais Informações.	46
Gráfico 2 - Temas Atrativos Para Os Alunos.	48

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABP – Aprendizagem Baseada e Problemas
- BNCC – Base Nacional Comum Curricular
- IDEB – Índice de desenvolvimento da Educação Básica
- IQ – Instituto de Química da UFRJ
- ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
- ONU – Organização das Nações Unidas
- PGMs - Platinum Group Metals (Metais do Grupo da Platina)
- PROFQUI – Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
- SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica
- SEEDUC-RJ – Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro
- UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.2 ASPECTOS QUÍMICOS.....	19
3.2.1 Breve Histórico Sobre O Uso De Metais Em Joias Pela Humanidade	19
3.2.2 Principais Metais Encontrados Em Adornos	21
3.2.3 Ligas Metálicas	23
3.2.4 Processos De Fabricação Dos Adornos	27
3.2.5 Galvanoplastia	28
3.3 ASPECTOS PEDAGÓGICOS VOLTADOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA.....	30
3.3.1 Paulo Freire	30
3.3.2 David Ausubel	31
3.3.3 Ensino De Química	33
3.3.4 Sustentabilidade E Ods	34
4. METODOLOGIA	39
4.1 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL – E-BOOK	40
4.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO	41
4.3 PERFIL DOS PROFESSORES PARTICIPANTES	43
4.4 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
5.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO	45
5.2 PROPOSTA E IMPACTO PEDAGÓGICO DO E-BOOK.....	57
5.3 ANÁLISE DO DOCUMENTO A PARTIR BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR	59
5.4 REFLEXÕES SOBRE O USO DE MATERIAIS DIDÁTICOS NA EDUCAÇÃO	60
6. CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	63

APÊNDICE 1 - RELAÇÃO ENTRE OS CAPÍTULOS, SEUS OBJETIVOS E CONTEXTUALIZAÇÃO	67
APÊNDICE 2 - RELAÇÃO ENTRE CONTEÚDOS DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO E OS CONTEÚDOS DO E-BOOK.....	70
APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO	71
APÊNDICE 4 - CARTILHA GERADORA DO PRODUTO EDUCACIONAL FINAL	71

1. INTRODUÇÃO

A partir da análise do índice de desenvolvimento da educação básica (Ideb) de 2019, percebeu-se que o Rio de Janeiro foi o pior estado da região Sudeste e ainda está atrás de muitos outros estados brasileiros. A situação não melhora em 2021 e 2022, principalmente porque os dados desse período foram afetados pela pandemia, seja no baixo rendimento dos alunos pela precariedade do ensino remoto ou pelo grande número de aprovações, de acordo com a resolução Seeduc-RJ N° 5979, que não retratam a realidade. (QEDU, 2022).

O Ideb é baseado no desempenho dos estudantes na prova do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) em língua Portuguesa e Matemática. No Brasil, em 2019, dos estudantes matriculados no 9º ano da rede pública, apenas 36% concluíram com aprendizado adequado em língua portuguesa e 18% em matemática. Esses números mostram o quanto a educação básica brasileira pública está precária. (QEDU, 2022).

O desafio é ensinar química para estudantes que chegam ao ensino médio com uma dificuldade muito grande em interpretar textos e organizar de forma lógica as ideias. Existe uma necessidade, portanto, de buscar novos métodos para resgatar o interesse e o comprometimento dos estudantes suplantando as dificuldades inerentes ao baixo aproveitamento nas etapas anteriores.

A legislação educacional brasileira, através da BNCC¹ apresenta inúmeras propostas para sanar os problemas encontrados hoje na educação. Algumas destas propostas, como a do ensino interdisciplinar atualmente apresentado, diferente do esperado, não atende aos objetivos estipulados. Ela representa uma reunião de conteúdos desassociados de forma que a interação entre as disciplinas de uma mesma área de conhecimento, como preconizado no ensino interdisciplinar, fica muito prejudicada. Este cenário, juntamente, com a baixa capacitação docente, impossibilita uma formação discente adequada (Leite, 2015).

O ensino de química ainda é, majoritariamente, conteudista, onde o professor se posiciona como detentor do conhecimento e figura central durante as aulas. Nessa perspectiva, cabe ao professor disponibilizar, transmitir e conectar os conteúdos de forma unidirecional (Da Silva, 2020). Assim, os estudantes têm apresentado muita dificuldade em associar o conhecimento químico aos fatos concretos presentes em seu dia a dia (Leite, 2015).

¹ A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) é um documento que define os conhecimentos, habilidades e competências essenciais que todos os alunos da educação básica no Brasil devem aprender, independentemente da escola ou região. Seu objetivo é garantir uma educação de qualidade e mais igualitária em todo o país, estabelecendo diretrizes para os currículos das escolas.

Adicionalmente, também não percebem que a ciência surgiu como uma forma de explicar os fenômenos que acontecem na natureza (Borges, 2010).

Paralelamente, o ensino de Química voltado à formação cidadã também enfrenta fragilidades, uma vez que, muitas vezes, os professores não consideram de forma efetiva a realidade cotidiana dos estudantes em suas práticas pedagógicas (Ribeiro, 2012).

Um recurso muito utilizado pelos livros didáticos e pelos professores, para tentar aumentar o interesse pela química, é o uso de situações que ocorrem no dia a dia do estudante como uma introdução para o conteúdo propriamente dito. Segundo os estudos de Ferreti (2018) não basta apenas usar situações do cotidiano meramente para prender a atenção do aluno, é importante contextualizar, fazendo com que os alunos reflitam sobre o mundo e seus fatos corriqueiros dentro do conteúdo disciplinar.

Na estrutura da educação básica brasileira, a disciplina de Química é essencial para o desenvolvimento integral do cidadão, como, por exemplo, saber o quão perigoso é misturar produtos de limpeza, como água sanitária e desinfetante, comum em muitas casas. Isso ressalta a importância de se explorar abordagens metodológicas inovadoras que aprimorem o entendimento dos alunos sobre a matéria e a sua importância no tecido social.

Neste contexto, proporcionar aos estudantes associações claras e lógicas do cotidiano podem levá-los a se envolver de maneira mais eficaz e consciente em diversas situações que integram a Química e suas experiências pessoais, fomentando uma postura reflexiva sobre temas ambientais, éticos e tecnológicos.

Um dos conteúdos da química que impactam no cotidiano de todos frequentemente é a eletroquímica; ela é comumente encontrada e percebida, como em pilhas e baterias, desgates de metais, pintura automotiva, etc., porém este processo químico não consegue ser explicado pela maioria das pessoas (Venturi, 2021). Muitos professores têm dificuldade de abordar este assunto em sala de aula porque faltam meios de se materializar os processos químicos na prática. Este descolamento entre teoria e prática gera uma lacuna no conhecimento que persiste até o ensino superior.

A partir do exposto, este estudo visa desenvolver um material pedagógico que ofereça suporte ao professor na tarefa de motivar seus alunos, por meio de estratégias que favoreçam a compreensão e a aplicação dos conceitos de Química em contextos reais. Neste trabalho, adota-se como eixo temático o universo das joias e bijuterias, utilizando-o como contexto prático e cotidiano para o ensino de eletroquímica, de modo a demonstrar os processos eletroquímicos fundamentais envolvidos na fabricação, manutenção e conservação desses objetos.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como foco a elaboração de um recurso didático voltado ao professor, com a finalidade de tornar o ensino de Química mais atrativo e contextualizado. O material desenvolvido, um e-book, aborda os conceitos eletroquímicos aplicados à fabricação e utilização de joias e bijuterias, favorecendo o engajamento e a participação dos alunos na aprendizagem da disciplina. Com o incremento do uso de adornos como *piercing*, anéis e brincos pelos jovens, este constitui um bom tema motivador para aumentar o interesse dos alunos pela química.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar um levantamento histórico sobre a evolução do uso de metais como joias pela civilização;
- b) Apresentar os processos de extração dos diferentes metais utilizados em adornos e joias;
- c) Expor os principais processos químicos de fabricação de bijuterias e suas diferenciações;
- d) Elaborar um ebook destinado ao professor de Química do ensino médio;
- e) Formular um questionário avaliativo sobre o documento instrucional a ser respondido por docentes do ensino médio; e
- f) Analisar o questionário sobre o emprego do documento instrucional como fonte de pesquisa para elaboração das aulas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Durante a fase de pesquisa bibliográfica, foi observado que há uma escassez de artigos diretamente relacionados ao tema de joias e bijuterias no ensino de química. Usando palavras chaves como joias, bijuterias, ensino de química, galvanoplastia, ensino médio, eletroquímica, jewelry, costume jewelry, chemistry education, electroplating, high school, electrochemistry, foram encontrados os resultados mostrados nas Tabelas 1 e 2:

Tabela 1. Resultado de pesquisa bibliográfica na plataforma Web of Science.

Palavras chaves	Número de artigos encontrados	Artigos a partir de 2018	Artigos com alguma relevância
Jewelry, chemistry education	53	39	2
Jewelry, chemistry education, high school	0		
Jewelry, chemistry education, electroplating, electrochemistry	0		
Jewelry, jewel, electroplating	39	15	2
Costume Jewelry, electroplating	3	0	1
Electroplating, chemistry education	599	385	0
Electroplating, chemistry education, high school	0		
Hight school, electrochemistry	0		
Jewelry, electrochemistry	0		
Jewelry, oxidation	0		

Fone: a autora

Tabela 2. Resultado de pesquisa bibliográfica na plataforma Scielo.

Palavras chaves	Número de artigos encontrados	Artigos a partir de 2018	Artigos com alguma relevância
Jóias, educação em química	0		
Jóias, educação de química e ensino médio	0		
Jóias, educação em química, galvanoplastia e eletroquímica	0		
Joalheria, jóias e galvanoplastia	0		
Bijuterias e galvanoplastia	1	0	1
Galvanoplastia e educação em química	0		
Galvanoplastia e educação em química e ensino médio	0		
Ensino médio e eletroquímica	0		
Jóias e eletroquímica	0		
Jóias e oxidação	0		

Fone: a autora

Na plataforma *google* acadêmico encontrou-se um único arquivo, usando as palavras chaves bijuterias, química e ensino médio, de Cinthia G. Zimmer (2022) cujo título é “A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos três momentos pedagógicos”, o mais próximo do tema desta dissertação. A proposta desse artigo foi apresentar uma metodologia de ensino de química baseada na experimentação e no contexto do cotidiano dos alunos, utilizando o tema de bijuterias e jóias para explorar conceitos de eletroquímica, como a galvanoplastia. O objetivo principal foi facilitar a compreensão de conteúdos complexos, como oxirredução e eletrólise, através de atividades práticas que envolvem a produção de pingentes banhados a ouro. A metodologia foi estruturada nos Três Momentos Pedagógicos (3MPs), que incluem a problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação prática, promovendo uma aprendizagem significativa, em perfeita sintonia com os

princípios da teoria de Ausubel² que se fundamentam também em uma perspectiva crítica e contextualizada de ensino.

Encontram-se, ainda, artigos sobre galvanoplastia como um exemplo prático no ensino de química, arquivos com discussões sobre a oxidação de peças de prata (Homen, 2008) e de monumentos de bronze (Silva, 2024); contudo, poucos estudos exploram diretamente a aplicação de joias e bijuterias como ferramentas didáticas no ensino de química. Isso reforça a originalidade e a pertinência do material desenvolvido.

Há também alguns livros especializados na arte de fazer joias, como por exemplo o livro de Kliauga, 2009, que oferece uma explicação detalhada dos processos químicos envolvidos, como a separação de misturas e a formação de ligas metálicas. No entanto, esses conteúdos muitas vezes vão além do currículo do ensino médio, o que destaca a necessidade de um material didático acessível e adequado para essa etapa da educação. O documento instrucional “Da joia à bijuteria, uma viagem ao mundo da química” pode preencher essa lacuna, ao alinhar conceitos de química, não apenas eletroquímica e oxirredução, mas também átomo, substâncias puras, misturas, separação de misturas, tabela periódica, ligações metálicas e propriedade dos metais, com um contexto mais próximo da realidade dos alunos.

A escassez de estudos sobre o uso de joias e bijuterias no ensino de química demonstra uma oportunidade pedagógica. Espera-se que o produto educacional desenvolvido contribua para preencher essa lacuna, oferecendo aos professores uma abordagem inovadora e contextualizada para o ensino de conceitos químicos importantes.

3.2 ASPECTOS QUÍMICOS

3.2.1 Breve histórico sobre o uso de metais em joias pela humanidade

A utilização de adornos é uma prática que remonta à pré-história, sendo uma das formas mais antigas de expressão cultural e social dos seres humanos.

As primeiras evidências do uso de adornos mostram que eles eram feitos principalmente de materiais naturais como ossos, dentes de animais, pedras, conchas e até mesmo penas. Essas

² A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, fundamenta-se na ideia de que a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando novos conteúdos são relacionados, de maneira substantiva e não arbitrária, aos conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Para que isso ocorra, é necessário que o aluno esteja cognitivamente disposto a aprender e que o material apresentado seja potencialmente significativo, favorecendo a compreensão em detrimento da simples memorização mecânica.

conchas são consideradas como possíveis contas de colar ou pendentes, sugerindo que os humanos daquela época já utilizavam objetos para adornar seus corpos, possivelmente com significados simbólicos ou sociais (Bandeira, 2018).

Com o advento da agricultura e a diminuição de tribos nômades no período Neolítico, houve um aumento na produção e na complexidade dos adornos. Materiais como cerâmica, metais (ouro, prata, cobre) e pedras semipreciosas começaram a ser utilizados. Isso não apenas refletia o avanço tecnológico e artístico das sociedades, mas também indicava a importância dos adornos em rituais, status social e identidade cultural (Skoda, 2012).

Civilizações antigas, como os egípcios, sumérios, mesopotâmicos, indianos, chineses, maias, incas e astecas, elevaram o uso de adornos a um novo patamar. Eles desenvolveram técnicas sofisticadas de ourivesaria e lapidação de pedras preciosas, criando peças de grande beleza e significado. Os adornos dessas culturas não serviam apenas como decoração, mas também como símbolos de poder, proteção espiritual, status social e riqueza (Gola, 2022, pág. 29 e 30).

Os adornos sempre tiveram múltiplas funções nas sociedades humanas, como, indicar pertencimento a um grupo social, *status* ou hierarquia; uso em cerimônias e rituais, muitas vezes com significados simbólicos profundos; proteção, porque acreditava-se que alguns adornos ofereciam proteção contra forças malignas ou doenças; uso para realçar a beleza pessoal ou atrair parceiros. A utilização de adornos, portanto, é uma prática milenar que reflete a complexidade da natureza humana, abrangendo aspectos estéticos, sociais, espirituais e culturais (Skoda, 2012).

A percepção do valor dos metais, especialmente para o uso em joias, é um conceito que se desenvolveu ao longo de milênios, com evidências que datam de períodos pré-históricos. A valorização de metais como ouro, prata e cobre, por suas propriedades estéticas e durabilidade, começou em diferentes momentos, dependendo da região e da cultura. (Silva, 2020)

O cobre é conhecido por ser um dos primeiros metais a serem trabalhados pelo homem, datando de cerca de 10.000 a.C. Sua descoberta e uso inicial foram provavelmente acidentais, resultantes da observação de pedras de minério de cobre sendo naturalmente aquecidas em fogueiras. O cobre era valorizado por sua maleabilidade e, eventualmente, por sua capacidade de formar ligas, como o bronze, que é uma liga de cobre e estanho, introduzida por volta de 3.000 a.C. (Pagman, 2018).

O ouro é um dos primeiros metais a ser valorizado pela humanidade devido ao seu brilho natural, maleabilidade e resistência à corrosão. A prata começou a ser valorizada um pouco depois do ouro, devido ao brilho e à sua bela cor branca. O ouro, por estar amplamente

distribuído ao redor do mundo, foi identificado por diversos grupos independentes em diferentes lugares e períodos históricos (Junqueira, 2012). Arqueólogos encontraram joias de ouro que datam de cerca de 4.500 a.C., consideradas algumas das mais antigas do mundo. No início da Idade do Bronze, esses dois metais já eram utilizados para fazer adornos. No Egito Antigo, por volta de 3.000 a.C., o ouro já era amplamente utilizado em joias, máscaras funerárias e outros artefatos de significado religioso e social. (Gola, 2022, pág. 30 a 32).

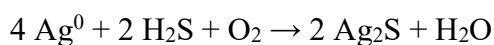
A valorização de cada metal para uso em joias foi influenciada por sua raridade, pelas propriedades físicas e químicas (como cor, brilho, maleabilidade e resistência à corrosão) e a capacidade de ser trabalhado em formatos complexos e belos. Além disso, a associação de metais preciosos com divindades, o poder e a riqueza em muitas culturas antigas, também aumentaram seu valor e desejo (Silva, 2020).

A valorização dos metais e o desenvolvimento de técnicas para sua extração e purificação foram fundamentais para o avanço das civilizações e para a história da química e da metalurgia. Ao longo da história, a exploração de novas fontes de metais e o comércio de joias e metais preciosos teve um impacto significativo no desenvolvimento econômico e nas relações entre diferentes povos e culturas (Silva, 2020).

3.2.2 Principais metais encontrados em adornos

O ouro (Au) é um dos metais mais valorizados para joias, ele chama a atenção devido à sua cor dourada, brilho, maleabilidade, ductibilidade e resistência à corrosão. É encontrado em sua forma pura na natureza, o que facilitou seu uso desde os primórdios da humanidade (Junqueira, 2012). O ouro é um metal relativamente raro na crosta terrestre, o que contribui para seu alto valor.

A prata (Ag) também é um metal muito maleável, e pode ser facilmente polida, tornando seu brilho muito atrativo às joias. É o metal que possui maior condutividade elétrica, mas, é mais oxidável e mais cara que o cobre. A prata reage com o ar formando um filme de Ag_2O , protegendo a superfície de continuar a oxidação, mas, quando o ar apresenta enxofre forma o sulfeto de prata (Ag_2S) de cor preta, escurecendo as peças de pratas (Kliauga, 2009, pág. 23).



O cobre (Cu) é um metal dúctil, maleável, de coloração avermelhada; devido à sua excelente condutividade elétrica, ductilidade e resistência à corrosão, é amplamente utilizado em aplicações elétricas, na fabricação de tubulações e em várias outras aplicações industriais.

É frequentemente usado em ligas para joias, como o bronze e o latão podendo ser muito utilizado em adornos e peças decorativas (Rodrigues, 2012). Esse metal lentamente forma uma camada de Cu_2O , avermelhada, na presença de água ou ar seco e, no ar úmido forma uma pátina³ verde composta por diferentes sais de cobre (Silva, 2024).

Os elementos da família da platina, conhecidos como metais do grupo da platina (PGMs), incluem platina (Pt), paládio (Pd), ródio (Rh), rutênio (Ru), irídio (Ir) e ósmio (Os). A platina é um metal nobre, de cor branca prateada, bastante escasso na crosta terrestre, cujo preço está relacionado não apenas à sua aparência e durabilidade, mas também à sua ampla aplicação em catalisadores industriais, devido à sua alta estabilidade química e capacidade de acelerar reações químicas sem ser consumida no processo. Por possuir elevado ponto de fusão, é ideal para joias de alta qualidade. O paládio é utilizado tanto em joias puras quanto em ligas, como as de ouro branco. O ródio, por ser inerte e duro, é frequentemente empregado no revestimento de joias de metal branco para aumentar o brilho e a resistência ao desgaste (Hartley, 2013, p. 9–25).

O níquel (Ni) é um metal branco-prateado, dúctil, maleável e é amplamente utilizado em várias aplicações devido à sua alta resistência à corrosão, como na fabricação de aço inoxidável, superligas, baterias recarregáveis (especialmente as de íon de lítio) e em diversos catalisadores industriais. Nas bijuterias, é frequentemente utilizado como camada intermediária entre o metal base e o revestimento final de ouro ou prata. Essa camada atua como uma base técnica, proporcionando melhor aderência, maior resistência ao desgaste e prevenindo a oxidação da peça. Quando materiais que contêm níquel sofrem corrosão, liberaram íons de níquel, causando reações alérgicas.

O zinco (Zn) é o quarto metal mais utilizado; é amplamente distribuído na crosta terrestre, sendo o 24º elemento mais abundante, tem cor azulada, mas se oxida facilmente e adquire cor cinza opaca. Usado em ligas para criar bijuterias e em processos de revestimento para proteger e melhorar a aparência de joias mais acessíveis, aplicado na galvanização para proteger o aço e o ferro da corrosão, na formação de ligas como latão e bronze de zinco, em baterias de zinco-ar, em suplementos dietéticos, e na produção de compostos de zinco utilizados em cosméticos, farmacêuticos e como catalisadores industriais (Sinclair, 2005).

³ A pátina verde é uma camada formada na superfície do cobre e de suas ligas (como o bronze), resultante de reações eletroquímicas com oxigênio, água e dióxido de carbono do ar. Esse processo leva à formação principalmente de **carbonato de cobre**, conhecido popularmente como **azinhavre**, que atua como uma camada protetora contra a corrosão contínua do metal.

O estanho (Sn) é um dos primeiros metais a ser utilizado pela humanidade, tendo sido empregado na fabricação de bronze já na antiguidade. Caracteriza-se por sua maleabilidade, ductilidade e cor branco-prateada. Fácil de polir, o estanho é amplamente utilizado como revestimento protetor contra a corrosão de outros metais. Suas ligas, que possuem baixo ponto de fusão, são aplicadas na fabricação de joias folheadas e na solda branca de contatos elétricos. Na ourivesaria de prata e ouro, o estanho pode ser adicionado em pequenas quantidades como elemento de liga para brasagem⁴, embora seu teor seja controlado e limitado (Kliauga, 2009, pág. 28 e 29).

O ferro (Fe) é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre, constituindo cerca de 5% de sua composição. O ferro gusa⁵ pode ser refinado para produzir aço ou ferro fundido, conforme as especificações desejadas. O ferro é essencial para a construção civil, indústria automobilística, produção de aço e fabricação de ferramentas e máquinas, sendo fundamental para diversas aplicações na sociedade moderna (Lu, 2015, pág. 45 a 65). A abundância do ferro, sua relativa facilidade de obtenção na forma metálica, e suas propriedades mecânicas, como maleabilidade, resistência e fácil modelagem, o tornaram um material essencial para a fabricação de ferramentas e equipamentos. As características mecânicas do ferro podem ser ajustadas pela adição de elementos como carbono, níquel, cromo e silício, permitindo um controle preciso de suas propriedades. De acordo com a proporção de carbono e do tratamento térmico aplicado, o aço pode ser usado em diferentes aplicações por adquirir propriedades diferentes (Duarte, 2019).

3.2.3 Ligas metálicas

A criação de ligas metálicas para a fabricação de bijuterias surgiu como uma solução prática e econômica que combina fatores estéticos, funcionais e sociais. Os metais nobres, como ouro puro (24 quilates) e prata pura, sempre foram valorizados, mas seu custo elevado os tornou

⁴ Uma liga de brasagem é um material metálico utilizado para unir peças de metais diferentes, geralmente por meio de um processo de aquecimento. A liga de brasagem derrete a uma temperatura mais baixa que os metais a serem unidos, formando uma junta forte e durável quando resfria. (Kliauga, 2009)

⁵ O ferro gusa é uma forma primária de ferro obtida em um alto-forno a partir da redução do minério de ferro, geralmente com carvão e calcário. Ele contém impurezas como carbono e outros elementos, sendo utilizado principalmente como matéria-prima na produção de ferro fundido e aço. (Lu, 2015)

inacessíveis para grande parte da população. Dessa forma, a criação de ligas permitiu a produção de peças com aparência semelhante às joias verdadeiras, mas com menor custo, democratizando o acesso aos adornos (Skoda, 2012).

Além do fator econômico, as ligas metálicas trouxeram maior resistência e durabilidade. Metais puros, como ouro e prata, são muito macios e suscetíveis a arranhões, deformações e desgastes com o uso diário. A adição de metais como cobre, zinco, alumínio e níquel possibilita o fornecimento de ligas que combinam resistência mecânica, durabilidade e maleabilidade, tornando as bijuterias mais práticas e adequadas para o uso cotidiano (Rick, 2006).

Outro aspecto importante é a variedade estética fornecida pelas ligas metálicas. Elas permitem a criação de peças com diferentes alterações e acabamentos. Por exemplo, a adição de cobre ao ouro gera ouro rosé, enquanto o zamac (liga composta de zinco, alumínio, magnésio e cobre) pode ser revestido para imitar ouro ou prata, proporcionando uma aparência sofisticada com custo reduzido. Essa diversidade de cores e texturas atende às demandas do mercado da moda e permite que as peças sejam adaptadas às tendências e preferências dos consumidores. (Rick, 2006)

Outro benefício significativo é a facilidade de fabricação. Ligas metálicas possuem pontos de fusão mais baixos e de alta fluidez, facilitando processos como demandas, usinagem e acabamento. Isso se tornou viável a produção em larga escala, barateando ainda mais os custos e permitindo que as bijuterias se tornassem produtos acessíveis a diferentes classes sociais. (Rick, 2006)

As ligas metálicas são compostas por dois ou mais elementos químicos, sendo pelo menos um deles um metal. De acordo com a estrutura cristalina e do tamanho e textura dos grãos e da composição que são formadas, as ligas adquirem propriedades diferentes. A adição de outros elementos em quantidades específicas pode alterar significativamente as características físicas e químicas do metal base, tornando a liga mais adequada para aplicações específicas do que o metal puro. Diferente dos metais puros, que possuem um ponto de fusão definido, as ligas fundem e solidificam em uma faixa de temperaturas. As ligas são criadas para melhorar certas propriedades dos metais puros, como resistência à corrosão, dureza, ductilidade, capacidade de fusão e resistência mecânica, mas possuem menor condutividade elétrica e térmica. As ligas podem ser substitucionais ou intersticiais (Atkins, 2012, pág. 205 a 209).

Uma liga substitucional ocorre quando átomos de um metal são substituídos por átomos de outro elemento com raio que não difere mais de 15% do raio do metal base. Essa pequena diferença no tamanho e na estrutura eletrônica provoca distorções no retículo cristalino, o que

reduz a condutividade térmica e elétrica em comparação ao metal puro, além de tornar a liga mais dura e resistente. As ligas podem ser dinâmicas, onde os átomos são distribuídos de forma uniforme (como no latão e bronze), ou heterogêneos, que possuem fases cristalinas distintas (como a solda estanho-chumbo). Ao contrário dos metais puros, que têm ponto de fusão definido, as ligas se fundem e solidificam em uma faixa de temperaturas, tornando-as mais adequadas para diversas aplicações industriais, devido à melhoria de propriedades como resistência à corrosão, dureza e ductilidade (Atkins, 2012, pág. 205 a 209).

As ligas intersticiais são formadas quando átomos menores se acomodam nos espaços vazios, ou interstícios, existentes entre os átomos normais do retículo de um metal. Os interstícios são espaços, onde, em função de seus tamanhos, somente átomos muito pequenos podem ser alojados nestes espaços. Para que isso ocorra, o raio atômico de átomos intersticiais deve ser inferior a 60% do raio do metal hospedeiro. Esses átomos interferem na condutividade elétrica e limitam o movimento dos átomos no retículo, resultando em uma liga mais dura e forte do que o metal puro (Atkins, 2012, pág. 205 a 209).

O ouro puro é um material muito maleável. A variação nas composições de ligas de ouro é enorme, mas sempre dentro do sistema ternário Au-Ag-Cu. As ligas de ouro e prata possuem pouca resistência mecânica, por isso a necessidade de acrescentar o cobre. O átomo de cobre é bem menor do que os outros dois causando distorções no retículo cristalino, logo um efeito de endurecimento (Kliauga, 2009, pág. 89 e 100).

Uma maneira de indicar a pureza do ouro é o quilate, representado pela letra "K", sendo que o ouro puro (99 – 99,5% Au no mínimo) tem 24K e, o 0,5 a 1% é a adição de outros elementos, como berílio, cálcio e lantânio, acrescentados para aumentar a sua resistência mecânica uma vez que ouro puro é muito mole. Cada quilate equivale a 1/24 do total, então uma peça de 18K possui 75% de ouro e 25% de outros metais, que influenciam na cor da peça. Mesmo na liga de Au-Ag-Cu podem ser adicionados alguns outros elementos para diminuir o ponto de fusão da liga, inibir a oxidação, aumentar o alongamento e alterar a cor (Kliauga, 2009, pág. 89 e 100).

Com o grande aumento do valor do paládio, usado para dar cor ao ouro branco, houve a necessidade de buscar ligas alternativas para esse propósito. Um teor de 13,5% de níquel ou 16,0% de paládio já é suficiente para conferir coloração branca ao ouro. No entanto, essas ligas apresentam algumas limitações, especialmente em relação às propriedades mecânicas. Por isso, é comum a adição de outros elementos para torná-las mais adequadas ao trabalho em ourivesaria. O níquel, é muito utilizado, por ser muito barato, mas, pode causar alergias, e o

paládio tem um custo bem superior ao do níquel, no entanto, é mais fácil de trabalhar mecanicamente (Kliauga, 2009, pág. 99 e 106).

Ouro amarelo = Ouro puro (75%) + Prata (15%) + Cobre (10%)

Ouro rosé = Ouro puro (75%) + Cobre (15%) + Prata (10%)

Ouro branco = Ouro puro (75%) + Paládio (25%) (HSTEN, 2022)

O bronze é a liga mais antiga conhecida, uma liga de cobre e estanho, conhecida por sua resistência à corrosão e excelente maleabilidade. É frequentemente usada em moedas, medalhas, componentes navais e peças de arte e bijuterias. O acréscimo de estanho ao cobre confere maior resistência ao produto final frente à corrosão pela água e pelo ar do que os metais puros.

Ligas homogêneas, são ligas em que átomos de elementos diferentes se distribuem uniformemente, com átomos de raios semelhantes formam ligas substitucionais, como o latão, onde átomos de zinco substituem átomos de cobre no retículo cristalino. Essa substituição distorce a estrutura eletrônica, controlando a condutividade elétrica e térmica, mas aumentando a dureza e a resistência do material. O latão, que geralmente contém cerca de 30% de zinco, é um metal resistente à corrosão e fácil de moldar. Outros elementos, como estanho, arsênio, antimônio e ferro, podem ser usados para melhorar a resistência à corrosão e a dureza da liga. Essa liga é empregada em grande escala na indústria de bijuterias folhadas (Atkins, 2012, pág 205 a 209).

O aço é uma liga de ferro contendo de 0,002 a 2% de carbono, podendo apresentar, também, outros elementos em quantidades muito pequenas. É um exemplo de liga intersticial⁶, pois o átomo de carbono é muito pequeno em comparação ao átomo de ferro. A presença do carbono torna o aço mais duro e resistente que o ferro puro, mas não o deixa muito resistente à corrosão (Atkins, 2012, pág. 205 a 209). Esse fato se corrige com a adição de até 10,5% de cromo, passando a ser chamado de aço inoxidável (Rosa, 2006).

O aço inoxidável é protegido devido a uma fina camada de óxido de cromo III (Cr_2O_3) que se forma na superfície da peça metálica, impedindo a oxidação do ferro. Existem vários tipos de aços inoxidáveis que apresentam composições diferentes entre si, além da adição de outros elementos químicos na liga: a) níquel, além de boa resistência à corrosão, também, proporciona resistência a altas temperaturas, maior soldabilidade e ductibilidade; b) o

⁶ Liga intersticial é um tipo de liga metálica na qual átomos de pequeno tamanho, como carbono, nitrogênio, ocupam os espaços intersticiais da rede cristalina de um metal, sem substituir os átomos metálicos principais, provocando alterações nas propriedades mecânicas e químicas do material, como aumento da dureza e da resistência.

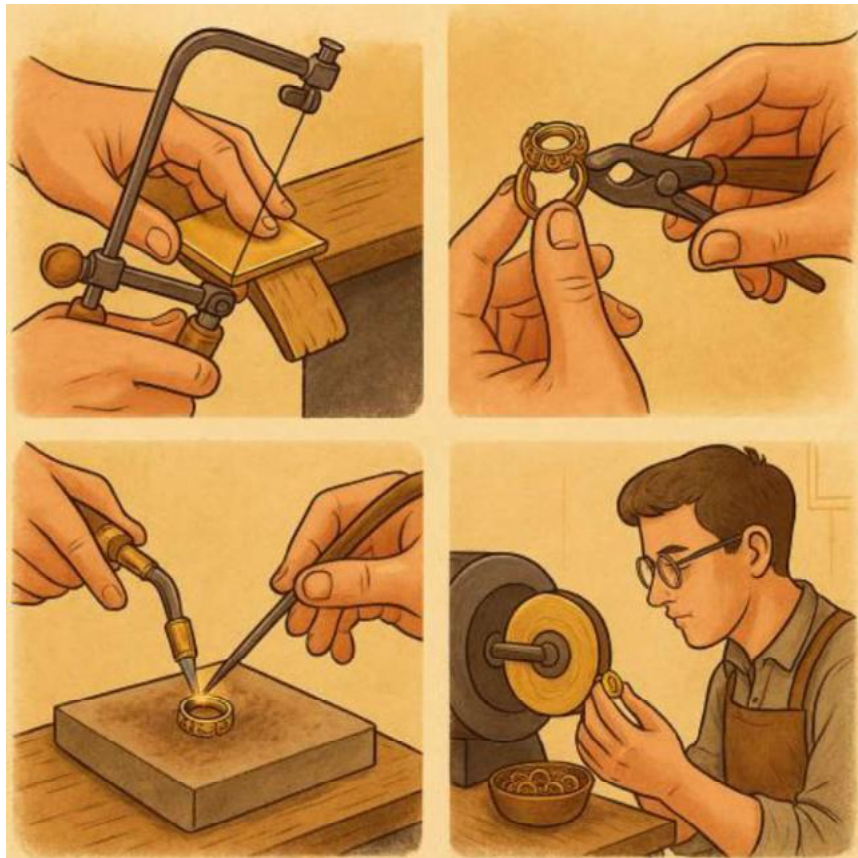
molibdênio aumenta significativamente a resistência à corrosão, principalmente em ambientes salinos e ácidos.

Entre as diversas composições de aços disponíveis, o de especificação 316L, conhecido como aço cirúrgico, é o mais utilizado na fabricação de bijuterias. Isso se deve às suas excelentes propriedades físicas, químicas e estéticas, como baixa manutenção, alta resistência à corrosão, estabilidade em ambientes agressivos, durabilidade, propriedades hipoalergênicas e baixo custo. Sua composição inclui, principalmente, ferro, cromo, níquel e molibdênio, além de pequenas quantidades de outros elementos. (Rosa, 2006).

3.2.4 Processos de fabricação dos adornos

A produção de joias e bijuterias é um processo complexo que envolve uma série de procedimentos técnicos e criativos que variam de acordo com o tipo de material utilizado e o *design* desejado (Figura 1).

Figura 1 - Alguns processos utilizados na produção de joias



Fonte: Imagem gerada com auxílio da inteligência artificial ChatGPT (OpenAI, 2025).

Após a definição do *design*, é criado um modelo de cera ou resina, para testar o formato e as proporções e depois é feito o molde, onde o modelo de cera é revestido em gesso, aquecido para derreter a cera, e o molde resultante é preenchido com metal fundido (ouro, prata ou outros). O metal é derretido e derramado no molde para formar a peça básica. A liga do metal é cuidadosamente escolhida para garantir a durabilidade, resistência à corrosão e outras propriedades específicas. Após a fundição, a peça bruta passa por processos de polimento para remover imperfeições e proporcionar brilho. Isso pode incluir técnicas de lixamento, polimento mecânico e eletropolimento, para garantir um acabamento de alta qualidade (Pagman, 2018).

Peças separadas podem ser unidas através de soldagem, onde uma liga com ponto de fusão inferior é usada para fundir as partes. Elementos decorativos e componentes, como fechos ou elos, também são adicionados nessa fase (Pagman, 2018).

Em bijuterias ou joias que não são feitas de metais nobres, um banho galvânico pode ser aplicado para revestir a peça com metais como ouro, prata ou ródio, para dar um acabamento mais luxuoso e proteger contra oxidação. Por fim, as joias e bijuterias passam por testes de controle de qualidade para verificar a durabilidade, acabamento e aderência das pedras. Joias de metais preciosos também podem ser certificadas com carimbos⁷ de pureza.

3.2.5 Galvanoplastia

A galvanoplastia, também conhecida como eletrodeposição, é um processo eletroquímico que permite o revestimento de objetos metálicos com uma fina camada de outro metal, visando melhorar propriedades como resistência à corrosão, estética e durabilidade. Esse processo é amplamente utilizado na indústria de bijuterias e joias para conferir um acabamento mais luxuoso e aumentar o valor agregado das peças (Zimmer, 2022).

O procedimento envolve a imersão da peça a ser revestida (cátodo) e do metal a ser depositado (ânodo) em uma solução eletrolítica contendo íons do metal desejado. Ao aplicar uma corrente elétrica contínua, os íons metálicos se reduzem no cátodo, formando uma camada

⁷ Os carimbos de pureza (também chamados de marcas de contraste ou hallmarks) são inscrições padronizadas gravadas nas joias que indicam a composição metálica, o grau de pureza do metal precioso e, em alguns casos, a origem ou responsabilidade do fabricante.

metálica uniforme sobre a peça. Simultaneamente, o ânodo se oxida, liberando mais íons metálicos na solução, mantendo a concentração constante e permitindo um revestimento contínuo e controlado (Zimmer, 2022).

A espessura da camada depositada pode ser ajustada conforme a aplicação desejada, variando desde revestimentos decorativos até camadas funcionais que conferem propriedades específicas às peças.

A eletrólise é o fenômeno químico que ocorre durante a galvanoplastia. Uma corrente elétrica é usada para promover uma reação de oxirredução não espontânea, levando à deposição de um metal sobre a superfície de um objeto (no caso da galvanoplastia, uma peça de bijuteria ou joia). Ocorre em uma célula eletrolítica, composta por um eletrodo positivo, chamado de ânodo e um eletrodo negativo chamado de cátodo. A peça que receberá o revestimento é conectada ao cátodo, enquanto o metal que será depositado sobre o objeto é conectado ao ânodo. Ambos os eletrodos ficam imersos numa solução aquosa contendo íons do metal que será depositado (como íons de ouro, prata ou níquel) (Atkins, 2012, pág. 547).

Quando uma corrente elétrica contínua é aplicada ao sistema, a corrente provoca uma reação eletroquímica. Os íons metálicos dissolvidos na solução migram em direção ao cátodo (peça a ser revestida) e se reduzem, transformando-se em átomos metálicos que se depositam na superfície da peça. Enquanto no ânodo, ocorre a oxidação do metal, que libera mais íons metálicos para a solução, mantendo o processo de deposição. A eletrólise permite que o revestimento de metal seja depositado de maneira uniforme e controlada (Zimmer, 2022).

O revestimento metálico é um processo fundamental na fabricação de joias e bijuterias, pois melhora a aparência, a durabilidade e a resistência das peças. Por meio da galvanoplastia, metais nobres como ouro, prata e ródio são depositados sobre uma base metálica mais barata, como latão ou cobre. Isso permite obter peças com aparência de alto valor a um custo reduzido. Os tipos de banho mais comuns incluem o de ouro, que confere brilho e coloração dourada; o de prata, que garante acabamento claro e brilhante; e o de ródio, valorizado por sua resistência à oxidação e brilho intenso. Em muitos casos, aplica-se uma camada intermediária de níquel para melhorar a aderência e proteger a peça. Esse processo é importante não apenas do ponto de vista estético, mas também funcional, prolongando a vida útil das peças e tornando-as mais acessíveis comercialmente.

3.3 ASPECTOS PEDAGÓGICOS VOLTADOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

3.3.1 Paulo Freire

A proposta pedagógica de Paulo Freire é fundamentada em uma visão de educação transformadora, que promove o desenvolvimento crítico do aluno. Para Freire, o ensino não deve ser um processo de transferência passiva de conhecimentos, onde o professor se posiciona como único detentor do saber e o aluno como mero receptor. Em vez disso, Freire propõe uma educação dialógica e participativa, onde o aluno e o professor colaboram na construção do conhecimento, dialogando e refletindo sobre a realidade. Essa concepção de ensino é centrada na ideia de que a educação deve emancipar o indivíduo, preparando-o para pensar criticamente e agir de forma consciente na sociedade (Freire, 1987).

Uma das metodologias associadas a esta proposta é a aprendizagem baseada em problemas (ABP), que incentiva o aluno a ser ativo e protagonizar a sua aprendizagem. Na ABP, o processo de aprendizagem parte da apresentação de um problema real e relevante, que desafia os alunos a buscar soluções, debater ideias e construir conhecimento coletivamente. Diferente do ensino tradicional, onde os conteúdos são transmitidos de forma isolada e muitas vezes abstrata, a ABP estimula o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas, tornando o aprendizado mais significativo e aplicável (Lopes, 2019).

Na prática, a ABP promove a investigação e o questionamento, elementos centrais para o desenvolvimento do pensamento crítico, como Freire defende. O professor atua como um facilitador do conhecimento, que orienta e apoia o aluno em sua jornada de descoberta, mas sem importações prontas. Esse processo permite que o aluno assuma uma postura mais autônoma, desenvolvendo a capacidade de reflexão e de fazer escolhas embasadas, habilidades fundamentais para uma cidadania ativa e consciente (Freire, 1987).

Freire também ressalta a importância de que os temas tratados em sala de aula sejam contextualizados na realidade do aluno. Ao invés de usar exemplos abstratos ou distantes da experiência cotidiana, o professor deve utilizar problemas que contenham presentes na vida dos alunos, possibilitando a conexão entre o conteúdo escolar e o mundo real. Esse princípio é essencial para que o aluno perceba o valor do conhecimento e seu impacto direto na vida e na sociedade (Freire, 1987).

No ensino de química, a aplicação da ABP inspirada nos princípios freirianos pode ser observada na escolha de temas relacionados ao cotidiano dos alunos, como a produção e o impacto ambiental das joias e bijuterias. Ao investigar questões como o descarte de metais

pesados ou os processos eletroquímicos envolvidos na produção de bijuterias, os alunos são incentivados a refletir sobre as consequências dessas práticas para o meio ambiente e para a saúde pública. Esses temas promovem uma educação crítica, que não se limita à memorização de conceitos, mas desafia o aluno a entender a ciência em um contexto social e ético.

Além disso, a ABP segundo Freire valoriza a construção coletiva do saber, onde o aprendizado se dá por meio do diálogo e da troca de conhecimentos. Na resolução dos problemas apresentados, os alunos trabalham em grupo, aprendendo uns com os outros e ampliando suas perspectivas. Esse processo de aprendizagem colaborativa é uma forma de desenvolvimento de competências socioemocionais, como a comunicação, o trabalho em equipe e o respeito à diversidade de opiniões, que são cada vez mais valorizadas no mundo contemporâneo (Freire, 2002).

3.3.2 David Ausubel

A teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel, enfatiza a importância de relacionar o conteúdo novo ao conhecimento prévio do aluno, formando uma estrutura de aprendizagem organizada e rigorosa. Diferente da aprendizagem mecânica, onde o conteúdo é memorizado sem uma compreensão profunda, a aprendizagem significativa permite que o aluno construa o conhecimento com base em conceitos que ele já domina. Esse processo favorece uma compreensão profunda e um aprendizado profundo, pois o conteúdo novo passa a fazer sentido e se organiza de forma lógica na mente do estudante (Júnior, 2023).

Para Ausubel, a chave para um aprendizado significativo está em uma organização prévia e estruturada do conteúdo, que facilita a aquisição de novos conceitos e a formação de vínculos com os conhecimentos anteriores. No ensino de química, essa abordagem é especialmente eficaz, pois conceitos complexos, como reações químicas e processos eletroquímicos, precisam de uma base de conhecimento prévio para serem compreendidos de maneira completa. Por exemplo, ao introduzir temas como eletroquímica no estudo de joias e bijuterias, é importante que o aluno já tenha uma noção básica sobre elementos químicos, ligações e respostas (Darroz, 2018).

No ensino de química, Ausubel enfatiza a importância de contextualizar o conteúdo para que o aluno veja sentido nos conceitos. Ao invés de apresentar tópicos isolados e distantes do cotidiano, a aprendizagem significativa propõe que o professor busque contextos familiares e interessantes para o aluno. Assim, ao ensinar eletroquímica, o uso de joias e bijuterias como

exemplo permite que o aluno associe o conhecimento científico a objetos do seu cotidiano. Facilita a conexão, a retenção do conteúdo, pois o aluno consegue perceber como os processos químicos, que são aparentemente abstratos, se aplicam diretamente em sua vida (Júnior, 2023).

A abordagem de Ausubel também sugere o uso de organizadores de avisos, elementos que introduzem o tema de forma simplificada, dando ao aluno uma visão geral antes de apresentar os detalhes. No contexto da química, o professor pode utilizar uma introdução sobre a composição das joias e dos metais que são compostos antes de explicar os processos eletroquímicos envolvidos. Esse recurso permite que o aluno estabeleça um ponto de partida, que sirva como âncora para o aprendizado dos conteúdos mais complexos que virão a seguir. Dessa forma, o processo de aprendizagem se torna progressivo e organizado, e o aluno é capaz de acompanhar o conteúdo com maior clareza (Darroz, 2018).

Ausubel destaca que, para que a aprendizagem seja realmente significativa, é necessário que o aluno esteja interessado e motivado pelo conteúdo (Darroz, 2018). Dessa forma, no ensino de química, os temas de joias e bijuterias podem servir como pontos de motivação, pois os alunos se identificam com esses objetos e podem se interessar por entender os processos que tornam as joias resistentes ou os efeitos dos metais em seu uso diário. Essa motivação inicial é essencial, pois prepara o aluno para se engajar de forma ativa e receptiva ao aprendizado.

Essa metodologia contribui para o desenvolvimento de uma compreensão integral dos conceitos, pois, ao fazer sentido para o aluno, o conteúdo é mais facilmente incorporado à sua estrutura cognitiva. Esse tipo de aprendizagem não só facilita a retenção, mas também incentiva o aluno a aplicar o conhecimento de forma crítica em outras áreas, aumentando o interesse por temas relacionados e promovendo a autonomia no aprendizado.

Segundo Ausubel, o professor exerce um papel essencial na criação de condições para uma aprendizagem significativa, assumindo o papel de organizador e mediador do conteúdo. Diferentemente do ensino tradicional, onde o professor se limita a transmitir conteúdos, na aprendizagem significativa o professor estrutura o conteúdo de forma que faz sentido para o aluno, orientando-o na construção de um conhecimento integrado e relevante (Júnior, 2023).

No ensino de química, o professor pode apresentar o conteúdo de forma gradual e estruturada, começando com uma introdução simples sobre a aplicação de metais em joias, seguida pela explicação dos processos eletroquímicos e a importância da química na criação de ligas e na conservação de metais. Essa sequência permite que o aluno forme uma rede de conhecimentos conectada, que serve de base para a compreensão de conteúdos futuros. Ausubel acreditava que, quando o aluno entende a lógica por trás do conhecimento, ele se torna capaz

de aplicar e relacionar o conteúdo em novos contextos, desenvolvendo uma compreensão mais completa e autônoma da disciplina (Darroz, 2018).

3.3.3 Ensino de Química

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) constitui o principal documento norteador da educação básica brasileira, estabelecendo as competências e habilidades essenciais a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo da formação escolar (BNCC, 2018). No campo da Química, a BNCC orienta para uma formação crítica e integrada, que permita ao aluno compreender a ciência como parte do seu cotidiano e como uma ferramenta para interpretar e transformar o mundo em que vive. Essa perspectiva rompe com a ideia de ensino baseado apenas na memorização, e propõe um processo ativo de construção do conhecimento, em que o estudante é protagonista e o professor atua como mediador.

A BNCC também valoriza a investigação científica como método de ensino, incentivando práticas experimentais, debates e resolução de problemas reais. Tais estratégias despertam a curiosidade, o pensamento crítico e o espírito investigativo, ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades cognitivas e socioemocionais, como o trabalho em equipe e a comunicação. Essa orientação se alinha à visão de uma educação transformadora e emancipatória, amplamente defendida por Paulo Freire (1987), para quem o ensino deve ser dialógico e participativo, permitindo que professor e aluno construam o saber em conjunto, a partir da reflexão crítica sobre a realidade vivida.

Com base nesses princípios, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) se apresenta como uma metodologia coerente com as propostas da BNCC e com o pensamento freireano. A ABP incentiva o aluno a ser ativo em sua própria aprendizagem, propondo a resolução de problemas reais e contextualizados, que dialoguem com sua vivência e despertem o interesse pela investigação científica. Segundo Lopes (2019), a busca por soluções estimula o debate de ideias, a cooperação e a construção coletiva do conhecimento, tornando o processo educativo mais significativo e relevante para o estudante.

Nesse contexto, o papel do professor é o de facilitador e orientador, que guia o estudante em sua trajetória de descoberta, sem impor respostas prontas, mas promovendo questionamentos e reflexões. Tal postura favorece o desenvolvimento da autonomia intelectual e da capacidade de tomada de decisão consciente, aspectos fundamentais para a formação de uma cidadania ativa (Da Silva, 2021).

No entanto, para que o aprendizado seja efetivo, é necessário que o novo conhecimento se conecte ao que o aluno já sabe. É nesse ponto que a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, ganha destaque. Essa teoria enfatiza a importância de relacionar os novos conteúdos aos conhecimentos prévios, possibilitando que o aluno construa uma rede conceitual coerente e duradoura (Júnior, 2023). Para isso, os chamados organizadores prévios — materiais introdutórios que oferecem uma visão geral do tema antes de aprofundá-lo — funcionam como âncoras cognitivas que favorecem a compreensão progressiva dos conceitos (Darroz, 2018).

Aplicando essas perspectivas ao ensino de Química, a contextualização dos conteúdos por meio de temas próximos da realidade dos alunos é essencial. No presente estudo, a escolha do tema “joias e bijuterias” demonstra como a Química pode ser explorada em situações concretas e socialmente relevantes. Ao investigar as etapas de produção dessas peças, desde a extração e transformação dos metais até os processos eletroquímicos de galvanização, os impactos ambientais e os riscos à saúde, o aluno é estimulado a refletir sobre a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Essa abordagem promove uma educação crítica e interdisciplinar, que não se limita à memorização de fórmulas ou reações, mas estimula o pensamento científico e ético. O estudo das joias e bijuterias, portanto, torna-se um meio para desenvolver tanto as competências cognitivas quanto as socioemocionais, como a colaboração, o respeito às opiniões divergentes e o engajamento coletivo, em consonância com as diretrizes da BNCC (BNCC, 2018; Freire, 2002).

Assim, a integração entre as propostas da BNCC, a pedagogia libertadora de Paulo Freire, a metodologia da ABP e a teoria de Ausubel resulta em um modelo de ensino de Química mais dinâmico, participativo e significativo. Essa articulação favorece não apenas a compreensão dos fenômenos químicos, mas também a formação de sujeitos críticos, conscientes e capazes de aplicar o conhecimento científico para a transformação da realidade em que vivem.

3.3.4 Sustentabilidade e ODS

A sustentabilidade é um conceito essencial para a preservação dos recursos naturais e o bem-estar das futuras gerações, envolvendo uma produção consciente, o uso responsável de materiais e a redução de impactos ambientais.

Agenda 2030 da ONU, por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelece metas globais que guiam nações, setores e cidadãos na construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

O ambiente escolar, especialmente no ensino de química, é um espaço privilegiado para abordar esses temas, permitindo que os estudantes compreendam a relação entre processos industriais, a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente. Ao trazer esses debates para a sala de aula, é possível formar cidadãos mais críticos, reflexivos e preparados para agir como agentes transformadores, alinhados com a construção de um futuro mais equilibrado e sustentável.

No setor de joias e bijuterias, a adoção de práticas sustentáveis é essencial, pois o processo de fabricação desses produtos utiliza metais e recursos naturais que, quando extraídos e descartados de maneiras convencionais, podem causar sérios impactos ambientais e sociais (Figura 2).

Figura 2 - Objetivos de desenvolvimento Sustentável



Fonte: (<https://gtagenda2030.org.br/ods/>), acessado em 30 de abril de 2025

Os ODS 6, 8, 12 e 15 foram escolhidos por serem considerados os mais relevantes no contexto da produção de joias e bijuterias. A escolha desses objetivos fundamenta-se na relação direta que estabelecem com as diferentes etapas do ciclo produtivo desses materiais, desde a extração mineral até o consumo e descarte. Assim, a discussão das ODS está organizada seguindo a sequência lógica do processo produtivo das joias, permitindo uma análise integrada dos impactos ambientais, sociais e econômicos associados a cada etapa, e favorecendo uma compreensão mais contextualizada e sistêmica do tema.

ODS 15: Vida Terrestre

Visa proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, combater a desertificação, impedir a manipulação do solo e a perda da biodiversidade, que é cada vez mais urgente em um cenário de desmatamento acelerado e destruição de habitats naturais (ONU, 2015).

Discutir essas metas com os alunos é fundamental para conscientizá-los sobre a importância da preservação dos ecossistemas terrestres, destacando a relação entre a biodiversidade e a manutenção do equilíbrio ambiental. O ambiente escolar, em especial no ensino de química, pode abordar temas como impactos ambientais causados pelas atividades humanas, poluição do solo e o uso consciente de recursos naturais.

A mineração, uma etapa crucial na produção de joias e bijuterias, está diretamente ligada à manipulação do solo e à destruição de habitats. Para minimizar esses impactos, é essencial que as empresas do setor adotem práticas de remoção menos agressivas ao meio ambiente e priorizem a utilização de materiais reciclados. Além disso, o setor pode se comprometer com a recuperação de áreas degradadas pela mineração, contribuindo para a regeneração dos ecossistemas locais. Essa responsabilidade ambiental reforça o compromisso com a sustentabilidade e a preservação da vida no planeta, alinhando-se com as metas do ODS 15.

ODS 12: Consumo e Produção Responsável

Visa a criação de sistemas de produção que reduzam o desperdício e minimizem o impacto ambiental, promovendo o uso eficiente dos recursos. Trata sobre Consumo e Produção Sustentável, que é cada vez mais urgente diante do aumento do uso envolvido de recursos naturais e dos impactos ambientais gerados pelo descarte inadequado de resíduos. (ONU, 2015).

Discutir essas metas com os alunos é fundamental para conscientizá-los sobre a importância de práticas responsáveis, como a redução do lixo, a reciclagem e o reaproveitamento de materiais.

A fabricação de joias e bijuterias está diretamente relacionada a esse objetivo, pois envolve a remoção de metais preciosos e gemas, que requerem grandes quantidades de energia e água. Além disso, o descarte inadequado dos resíduos gerados ao longo do processo produtivo, como metais pesados e produtos químicos, pode contaminar o solo e as águas, prejudicando a biodiversidade e a saúde humana (Morais, 2014)

No contexto da ODS 12, as indústrias de joias e bijuterias podem adotar práticas como o uso de metais reciclados, a reutilização de materiais e o tratamento adequado dos resíduos.

Ao investir em uma produção que considere o ciclo de vida dos produtos, desde a remoção dos recursos até o descarte final, a indústria contribui para a redução do impacto ambiental. Iniciativas como a certificação de origem dos materiais, o rastreamento da cadeia produtiva e o investimento em tecnologias de reciclagem permitem que os consumidores tenham acesso a joias e bijuterias que seguem princípios éticos e sustentáveis.

ODS 8: Trabalho Decente e Crescimento Econômico

Visa promover o trabalho decente e o crescimento econômico, fundamental para enfrentar desafios como o desemprego, a precarização das condições de trabalho e o desenvolvimento econômico sustentável (ONU, 2015).

Discutir essas metas com os alunos torna-se essencial para conscientizá-los sobre a importância de práticas econômicas justas e inclusivas, aliadas à preservação dos recursos naturais. O ambiente escolar, especialmente no ensino de química, permite abordar temas como processos produtivos, exploração de recursos e condições de trabalho em setores industriais, incentivando os estudantes a refletirem sobre a responsabilidade social das cadeias produtivas e a importância do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Infelizmente, a mineração de metais preciosos e a produção de joias muitas vezes envolvem condições de trabalho precárias, com exploração de mão de obra e riscos de saúde e segurança para os trabalhadores. Em muitos casos, os trabalhadores na extração de metais ficam expostos a produtos tóxicos, como o cádmio e o mercúrio, ou que representam um sério risco à saúde.

A promoção de práticas de trabalho decente e a valorização dos trabalhadores ao longo da cadeia produtiva é essencial para a sustentabilidade social. A adoção de políticas que garantam condições de trabalho seguras e dignas, o cumprimento das normas trabalhistas e as remunerações justas para a construção de uma cadeia produtiva mais ética (Germany, 2002). As empresas que seguem o ODS 8 também são incentivadas a apoiar comunidades locais, especialmente em regiões de mineração, ajudando a fomentar o desenvolvimento econômico e a reduzir as desigualdades sociais (ONU, 2015).

ODS 6: Água Potável e Saneamento

Busca garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, o que é essencial diante dos desafios relacionados à escassez hídrica, poluição das águas e falta de acesso ao saneamento básico em muitas regiões (ONU, 2015).

Discutir essas metas com os alunos é fundamental para conscientizá-los sobre a importância de preservar os recursos hídricos, promover o uso racional da água e refletir sobre práticas que garantem a qualidade e o acesso equitativo desse recurso vital. O ensino de química oferece um caminho prático para abordar esses temas, ao explorar conteúdos como tratamento de água, poluição, separação de misturas e qualidade química das águas, conectando o aprendizado científico ao cotidiano dos estudantes.

A fabricação de joias e bijuterias demanda uma quantidade significativa de água, tanto para o resfriamento de máquinas quanto para o tratamento de metais e pedras preciosas. O uso intensivo e o descarte inadequado de água contaminada com produtos químicos são práticas que ameaçam a qualidade dos recursos hídricos e a saúde dos ecossistemas (Santos, 2005). Nesse sentido, o ODS 6 incentiva a implementação de sistemas de tratamento de efluentes e o uso racional da água, minimizando o desperdício e evitando a contaminação dos cursos d'água (ONU, 2015).

Empresas comprometidas com a sustentabilidade podem adotar tecnologias de reutilização de água e investir no tratamento adequado dos efluentes, garantindo que a água utilizada nos processos produtivos seja devolvida ao meio ambiente com qualidade aceitável. Além disso, práticas de economia de água e a conscientização dos trabalhadores quanto à importância da preservação dos recursos hídricos são estratégias que contribuem para uma produção mais responsável (Santos, 2005).

A sustentabilidade na fabricação de joias e bijuterias exige uma mudança de práticas e um comprometimento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente os ODS 6, 8, 12 e 15. Essas diretrizes promovem um modelo de produção que respeita o meio ambiente, valoriza o trabalho humano e a busca do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais. Ao adotar práticas mais responsáveis, as empresas do setor restrito para a construção de um futuro mais sustentável, atendendo a uma demanda crescente de consumidores que valorizem produtos éticos e ambientalmente conscientes. Dessa forma, a indústria de joias e bijuterias não só avança em direção a uma produção mais limpa, mas também desempenha um papel fundamental na promoção de uma sociedade mais sustentável e justa.

4. METODOLOGIA

A presente metodologia descreve o processo de desenvolvimento do documento instrucional, “Da joia à bijuteria: uma viagem ao mundo da Química”, bem como os critérios adotados na seleção dos temas e na avaliação do material. Este produto educacional foi pensado como uma ferramenta didática para auxiliar os professores no ensino de Química, utilizando temas práticos e próximos da realidade dos estudantes, a fim de promover uma aprendizagem mais significativa.

O produto educacional proposto neste trabalho foi, inicialmente, idealizado no formato de uma cartilha didática, com uma abordagem concisa, visual e de fácil manuseio, tendo como objetivo fornecer aos docentes um material de apoio para apresentar e discutir conceitos de Química de forma contextualizada e interdisciplinar, utilizando como tema gerador a joalheria e a bijuteria.

Durante o processo de elaboração e, sobretudo, após a aplicação dos questionários avaliativos junto aos professores participantes da pesquisa, percebeu-se a necessidade de ampliar e aprofundar os conteúdos, incluindo maiores detalhamentos teóricos, histórico-culturais e sugestões metodológicas para aplicação em sala de aula.

As devolutivas dos docentes indicaram pontos de aprimoramento, como a inserção de mais informações sobre processos químicos, melhor exploração de alguns conceitos científicos, além da solicitação por materiais complementares, como vídeos, experimentos e discussões com interface socioambiental. Diante desse cenário, optou-se por reformular o material, ampliando-o para o formato de e-book, o que possibilitou uma maior organização dos conteúdos, incorporação de mais recursos gráficos, aprofundamento conceitual e a inclusão de hiperlinks e materiais complementares.

Essa transformação não apenas atendeu às sugestões dos professores colaboradores, mas também tornou o produto mais dinâmico, interativo e acessível, alinhando-se às práticas pedagógicas contemporâneas que valorizam o uso de tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem.

Assim, o produto educacional resultante deste trabalho caracteriza-se agora como um e-book didático, dividido em nove capítulos temáticos, cada um abordando conteúdos específicos de Química relacionados ao universo das joias e bijuterias, com propostas de experimentação, contextualização histórica, discussão de impactos ambientais e orientações práticas para aplicação em sala de aula.

4.1 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL – E-BOOK

O e-book foi elaborado considerando os conteúdos previstos para o Ensino Médio, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os referenciais do ensino de Química. Trata-se de um material que pode ser utilizado tanto de forma sequenciada, como um roteiro temático completo, quanto de forma modular, em que o docente pode selecionar capítulos específicos para aprofundar determinados conteúdos.

O material foi cuidadosamente planejado para garantir uma leitura agradável e envolvente, evitando a fadiga visual e o excesso de textos longos. De fato, o objetivo era apresentar o conteúdo de maneira acessível, com um equilíbrio entre texto e elementos visuais, como diagramas e esquemas, que facilitassem a compreensão dos conceitos sem tornar a leitura exaustiva ou desinteressante. Além disso, houve uma preocupação em fornecer uma experiência visual confortável, com tamanhos de fonte adequados e uso de espaços bem distribuídos, para manter o leitor engajado ao longo do material.

Para compor a identidade visual, foi utilizada primeiramente uma paleta de tons de azul, com letras brancas aplicadas sobre quadros escuros. Após compartilhar o material com os professores colaboradores, foi sinalizado que as letras brancas, mesmo no fundo escuro, dificultavam a leitura, exigindo maior esforço visual, especialmente em passagens com mais informação. Diante desse feedback, priorizando o conforto visual e a atratividade, surgiu uma nova paleta de cores, e dessa vez optou-se por não utilizar fundos escuros e ainda, colorir apenas os contornos das figuras.

Após pesquisas na internet sobre combinações de cores ideais para documentos educacionais e visuais, selecionou-se uma paleta mais equilibrada e confortável, que incluía quatro cores que se encaixavam na proposta desejada: ser leve e alegre. Esses núcleos foram escolhidos tanto pela harmonia entre si quanto pela capacidade de criar contraste suficiente para facilitar a leitura, sem o cansaço visual causado pela combinação anterior (Figura 3).

Figura 3 - Cores usadas na diagramação da cartilha



Fonte: A autora

Com esta nova paleta, o documento não só ganhou uma estética mais atraente, mas também garantiu uma experiência de leitura menos cansativa, que convida o leitor a continuar

explorando o conteúdo. Essa escolha foi combinada com o uso moderado de diagramas, em que os textos foram reduzidos ao essencial, distribuídos em tópicos e esquemas, promovendo a clareza sem sobrecarregar o leitor com informações contínuas. Assim, a cartilha mantém um ritmo de leitura leve, direcionado ao entendimento fluido dos temas, sem abrir mão do rigor científico necessário para o ensino de química.

A integração de conceitos teóricos e práticos foi organizada em 09 capítulos, abordando alguns temas de química que estão relacionados com o processo de fabricação e uso de joias e bijuterias, com o intuito de mostrar ao docente, uma abordagem clara do tema diretamente associada aos conteúdos de química, como demonstrado na organização dos capítulos apresentado Apêndice 1.

Como fechamento do e-book, o Capítulo 9 oferece sugestões práticas, experimentos e abordagens interdisciplinares, que podem ser aplicados em qualquer ano do Ensino Médio, funcionando como estratégias didáticas para consolidar os temas trabalhados.

Cada capítulo da cartilha dialoga com diferentes objetos de conhecimento e competências específicas do ensino de Química, sendo aplicável desde o 1º ano até o 3º ano do Ensino Médio, conforme descrito no Apêndice 2.

Os capítulos abordados no 1º ano do ensino médio, como descrito no Apêndice 2, oferecem uma contextualização histórica e tecnológica que permite elaborar conceitos fundamentais com forte conexão com o cotidiano dos alunos.

O fenômeno da oxidação dos metais abordados no 2º ano e os processos de galvanoplastia proporcionam uma compreensão aplicada dos conceitos de eletroquímica, que frequentemente são considerados abstratos pelos estudantes. O uso desse tema aproxima o conteúdo da realidade dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo.

Os temas abordados no 3º ano promovem uma interface direta entre química, saúde e meio ambiente, além de propor reflexões sobre consumo, sustentabilidade e impactos ambientais.

4.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

A questão aberta número 1 pergunta: “Como professor de química, qual sua opinião sobre a temática das joias e bijuterias como motivador no ensino de química?” e pretende entender como os professores percebem o potencial do tema "joias e bijuterias" para motivar os alunos a aprender química. Espera-se identificar se o tema é visto como relevante e atraente

para despertar o interesse dos estudantes, especialmente por estar relacionado ao cotidiano. A resposta ajudará a verificar se a escolha temática cumpre o objetivo de contextualizar a química de maneira prática e envolvente para os alunos.

A questão mista número 2 que pergunta: “Dentre os temas abordados na cartilha, qual(ais) você considera que necessita de mais informações? Por quê?” busca identificar eventuais lacunas de conteúdo no material instrucional. Espera-se que os professores indiquem quais temas precisam de mais aprofundamento ou clareza, ajudando a melhorar a compreensão dos conceitos por parte dos alunos. As respostas fornecerão feedbacks importantes para ajustar o nível de detalhamento de determinados tópicos, garantindo que o material atenda às necessidades didáticas dos docentes em diferentes contextos de ensino.

Na questão aberta número 3: "Em quais conteúdos de química você utilizaria a cartilha para fundamentar as suas aulas?", espera-se dos professores colaboradores a identificação de quais conteúdos específicos de química eles acreditam que a cartilha pode apoiar de maneira eficaz. Isso ajudará a verificar a aplicabilidade do material em diferentes áreas da química, como eletroquímica, oxirredução, ou ligações metálicas. Também permitirá observar se o material é versátil o suficiente para ser integrado a diversos tópicos do currículo, confirmando sua utilidade pedagógica.

A questão aberta número 4, questiona: “Usando joia e bijuteria como tema, você abordaria algum aspecto, relacionado à química, que não está contemplado na cartilha?”. Esta pergunta visa explorar se há outros aspectos químicos relacionados ao tema que os professores consideram relevantes, mas que não foram abordados na cartilha. É esperado que os professores sugiram temas adicionais que possam enriquecer o conteúdo, como outras técnicas de processamento de metais, propriedades químicas específicas dos materiais, ou até questões ambientais e de sustentabilidade. As respostas ajudarão a identificar oportunidades para expandir ou complementar o material.

A questão aberta número 5 que aponta: “Considerando a sua experiência profissional, e o seu conhecimento do alunado, você considera que o tema motivador da cartilha será atrativo para o ensino de química?”. Com essa pergunta, é esperado que os professores reflitam sobre a atratividade do tema de joias e bijuterias para seus alunos, levando em consideração suas próprias experiências em sala de aula. A expectativa é verificar se o tema desperta o interesse e engajamento dos estudantes, contribuindo para um ensino mais dinâmico e contextualizado. As respostas também podem fornecer esclarecimentos sobre a adequação do tema para diferentes faixas etárias e perfis de alunos, ajudando a aprimorar a proposta pedagógica da cartilha.

A questão fechada número 6, que pergunta: “Dentre os temas abordados na cartilha, qual(ais) você considera mais atrativo para os alunos?”, espera-se identificar quais tópicos específicos da cartilha os professores acreditam que serão mais engajadores e relevantes para os alunos. Isso ajudará a entender melhor quais temas têm maior potencial para estimular o interesse dos estudantes, facilitando o aprendizado dos conceitos químicos. As respostas poderão indicar quais partes do material têm maior impacto motivacional, permitindo possíveis ajustes para enfatizar esses tópicos nas atividades propostas.

A questão mista número 7, que abarca nove itens, sendo intitulado: “Em relação ao "layout" da cartilha...” pretende compreender dentro dos vários itens relacionados a apresentação do documento instrucional e a possibilidade de coleta de feedback sobre a parte visual e estrutural do documento, o que é essencial para garantir que o material seja atrativo e fácil de utilizar em sala de aula. É esperado que os professores apontem aspectos que precisam de ajustes, como melhorias no layout, nas cores, na legibilidade e na correlação entre texto e imagens. A diagramação e o uso de figuras são fundamentais para tornar o conteúdo acessível e interessante para os alunos, e os comentários sobre essas questões ajudarão a melhorar a qualidade visual e a eficácia pedagógica do material.

4.3 PERFIL DOS PROFESSORES PARTICIPANTES

Os professores que participaram deste estudo são todos docentes atuantes no ensino médio, na área de química, da rede pública e privada no Brasil. O convite e o questionário foram enviados por meio digital, pelo aplicativo whatsapp, a professores da rede estadual do Rio de Janeiro pertencentes a Regional Metropolitana III, e por e-mail a professores que fazem, ou fizeram, parte do Programa de Mestrado Profissional do PROFQUI, moradores de todas as regiões do Brasil. A participação era voluntária e, portanto, a adesão foi de 29 questionários respondidos. O método de convite utilizado teve objetivo garantir a imparcialidade e diversidade de perspectivas, com professores de diferentes instituições, de diferentes regiões do Brasil assegurando a participação de professores com diferentes perfis de ensino e diferentes níveis de experiência. O envio do questionário foi realizado por via digital para garantir maior praticidade no preenchimento e no retorno dos dados, concedendo-se um prazo de duas semanas para o preenchimento.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Os dados coletados a partir dos questionários foram analisados por meio de métodos qualitativos e quantitativos, visando compreender tanto a percepção geral dos professores quanto os detalhes específicos apontados em suas respostas.

A análise qualitativa das respostas abertas foi conduzida por meio de análise de conteúdo, categorizando os principais comentários dos professores. Buscou-se identificar padrões nas sugestões de melhorias, bem como destacar aspectos positivos que foram unanimemente apreciados. As respostas foram agrupadas em categorias temáticas para facilitar a compreensão dos dados e permitir uma análise mais aprofundada das percepções subjetivas dos participantes.

A análise quantitativa dos resultados foi realizada a partir das respostas às perguntas fechadas. Foram utilizados métodos estatísticos descritivos, como médias e percentuais, para sumarizar a opinião dos professores em relação aos diferentes aspectos do documento. Além disso, foi feita uma correlação entre as variáveis quantitativas para identificar possíveis padrões nas avaliações.

A partir das análises qualitativa e quantitativa, foram extraídas conclusões sobre a eficácia do e-book como recurso pedagógico. Os dados obtidos foram interpretados à luz dos objetivos iniciais do projeto, destacando-se os pontos fortes do material e as áreas que precisavam de melhorias. Com base nas sugestões dos participantes, foram propostas modificações no documento instrucional para aprimorar sua aplicabilidade em sala de aula.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a primeira etapa de desenvolvimento do produto educacional, foi elaborada uma cartilha didática voltada ao ensino de Química, contextualizada com temas como ligas metálicas, galvanoplastia e o universo das bijuterias. A proposta foi apresentada a professores da educação básica para obtenção de feedback qualitativo.

A análise das devolutivas apontou boa aceitação quanto à temática e contextualização com o cotidiano dos alunos, mas também evidenciou demandas importantes por aprofundamento conceitual e ampliação do material. Os professores destacaram o potencial da proposta para despertar o interesse dos estudantes, mas sugeriram a inclusão de mais exemplos práticos, esquemas ilustrativos e abordagens didáticas.

Diante dessas considerações, optou-se por reformular o produto educacional no formato de e-book, ampliando o conteúdo original e inserindo recursos adicionais que não seriam viáveis no formato impresso da cartilha. Essa reformulação tornou o material mais completo, acessível e adaptável às necessidades dos docentes em diferentes realidades escolares, respondendo diretamente às contribuições feitas pelos avaliadores.

Ao longo do processo de desenvolvimento e avaliação do material, 29 professores da educação básica participaram da pesquisa, oferecendo contribuições valiosas para o aprimoramento do produto educacional. A maioria desses docentes atua em instituições públicas de ensino, com apenas seis participantes vinculados à rede privada, sendo que cinco deles também leciona na rede pública. Em relação à etapa de ensino, apenas um professor trabalha exclusivamente com o 9º ano do ensino fundamental, enquanto os demais atuam no ensino médio, abrangendo as três séries. A diversidade de experiências dos participantes permitiu uma análise mais ampla da aplicabilidade do material em diferentes contextos escolares.

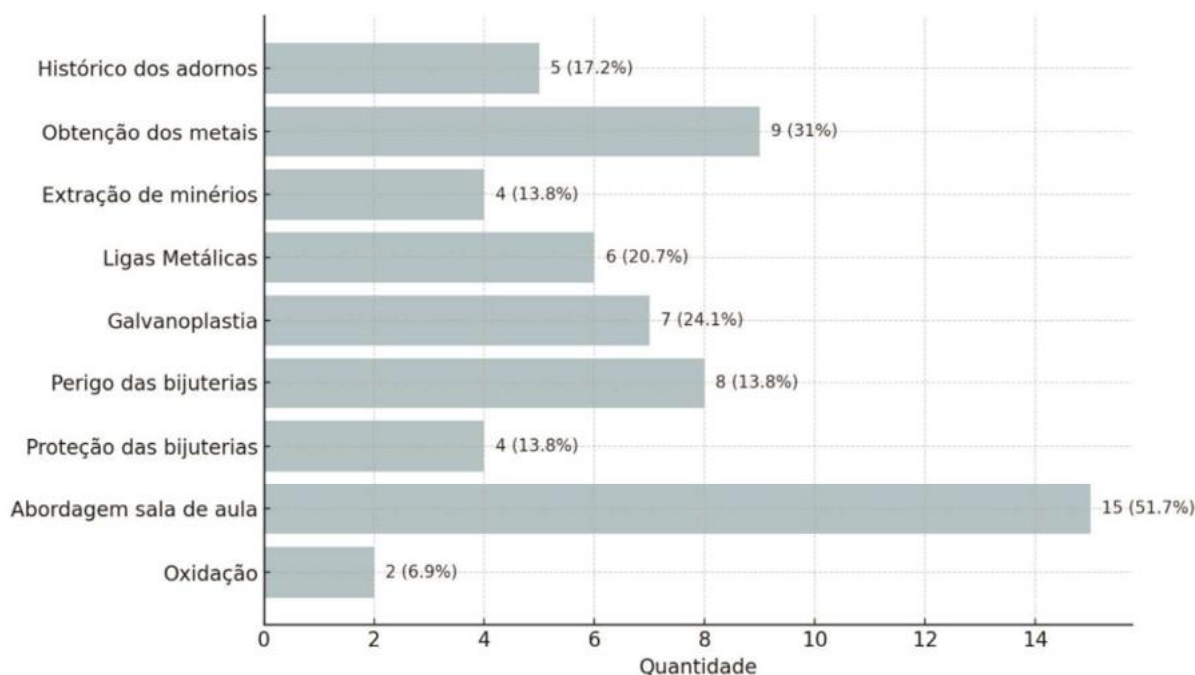
5.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

Sobre a temática das joias e bijuterias para o ensino de química, 100% dos entrevistados acharam o tema interessante e motivador, chama atenção dos jovens porque associa o conteúdo de química com o cotidiano do aluno.

Quando questionados se há necessidades de mais informações entre os conteúdos abordados na cartilha, as respostas dos professores podem ser observadas no gráfico 1. Indica

que o capítulo "Como abordar o assunto em sala de aula" pode ser enriquecido com estratégias práticas e orientações fornecidas. A falta de recursos laboratoriais em algumas escolas destaca a importância de incluir atividades que sejam adaptáveis a diferentes contextos, como o uso de recursos virtuais ou experimentos de baixo custo. Além disso, a inclusão de novos metais e uma abordagem mais técnica sobre a obtenção e propriedades dos elementos pode ampliar a relevância do tema e atender à curiosidade dos alunos.

Gráfico 1 - Temas que necessitam de mais informações.



Fonte: A autora

Ao serem questionados em qual ou quais conteúdos abordados na cartilha eles fundamentariam suas aulas, a eletroquímica apareceu como uma das opções de quase todos os participantes, seguidos de reações de oxirredução, separação de misturas, ligações químicas, tabelas periódicas e metais.

Em relação à questão que buscou investigar se os professores consideravam necessária a inclusão de novos conteúdos ou aprofundamentos na cartilha, a maioria dos participantes manifestou satisfação com o material apresentado, declarando que este já contempla, de maneira adequada, os temas necessários para aplicação em sala de aula. Respostas como “*Não. Está tudo ótimo na apostila*”, “*Não vejo mais opções que trabalhadas na apostila*” e “*Não está tudo ali*” foram recorrentes, indicando uma percepção positiva quanto à completude do conteúdo.

Por outro lado, surgiram algumas sugestões pontuais de expansão, especialmente relacionadas ao aprofundamento em conceitos de estrutura atômica, metais paramagnéticos e diamagnéticos, pureza dos materiais, além de conexões com geometria molecular, ligações químicas e temas socioambientais, como “*Química e meio ambiente – a importância do uso dos recursos naturais*”. Também foi sugerida uma abordagem mais detalhada sobre “*o estudo do átomo relacionado aos metais citados*”, o que demonstra o interesse em fortalecer as bases conceituais que sustentam os processos químicos discutidos na cartilha, especialmente no que se refere à composição e às propriedades dos metais.

Algumas respostas, como “*Não sei responder*” e “*Onde encontro a cartilha?*”, podem sinalizar que parte dos participantes não compreendeu integralmente o objetivo da pergunta ou não teve acesso prévio ao material em tempo suficiente para uma análise mais aprofundada. Esse dado reforça a importância, em pesquisas desse tipo, de garantir clareza nas instruções e na comunicação sobre o material avaliado.

De maneira geral, os dados apontam que, embora o material seja considerado satisfatório pela maioria, há oportunidades de aprimoramento, especialmente na inclusão de conteúdos que reforcem a fundamentação teórica e ampliem a abordagem interdisciplinar, aproximando conceitos da química geral, físico-química e química ambiental do contexto aplicado às joias e bijuterias.

No que se refere à questão que buscou avaliar se os professores consideram o tema proposto na cartilha motivador e atrativo para o ensino de Química, os resultados foram amplamente positivos. Das 29 respostas obtidas, a grande maioria manifestou concordância de que a temática — que conecta o universo das joias e bijuterias aos conteúdos químicos — é relevante, pertinente e capaz de despertar o interesse dos alunos.

As respostas destacam que o tema possui forte potencial para favorecer a aproximação entre o conteúdo científico e o cotidiano dos estudantes. Comentários como “*Certamente que sim, pois está diretamente relacionado com o interesse do alunado*” e “*Com certeza, será muito atrativo para os estudantes*” evidenciam que os docentes percebem a proposta como uma estratégia eficaz para tornar as aulas mais significativas. Outros apontamentos ressaltam a possibilidade de transformar o conteúdo em experiências práticas, como “*Dá para organizar uma oficina temática*”, além de reforçar a importância de utilizar objetos do cotidiano como mediadores do processo de ensino-aprendizagem.

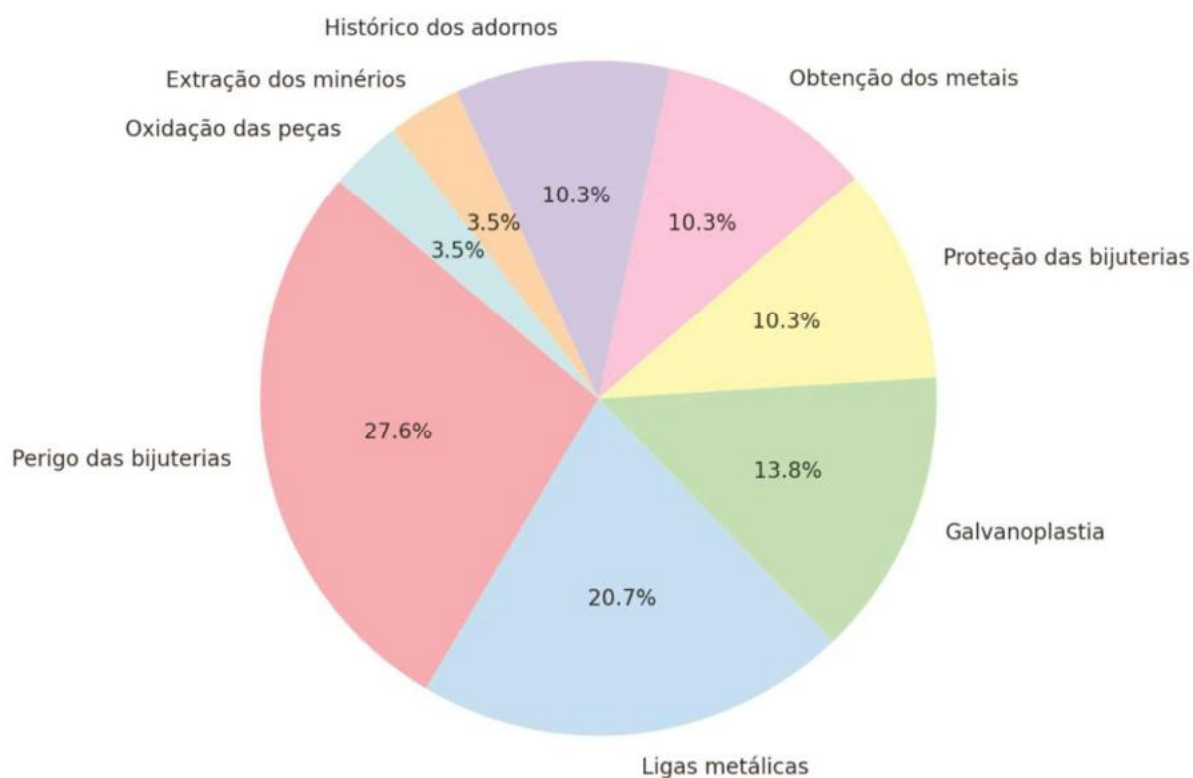
Ainda que de forma isolada, uma única resposta expressou certa ressalva ao afirmar que “*não em sua totalidade*”, o que sugere que, apesar da aceitação majoritária, pode haver

contextos específicos nos quais a abordagem precisa ser melhor adaptada à realidade de algumas turmas ou perfis de alunos.

De modo geral, os dados confirmam que a escolha da temática para o desenvolvimento do produto educacional é altamente pertinente, sendo reconhecida pelos professores como uma proposta motivadora, atual e alinhada às demandas contemporâneas da educação em Química. Tal percepção corrobora a relevância da estratégia de ensino baseada na contextualização, na aproximação com o cotidiano e na utilização de recursos didáticos inovadores, como preconizam tanto a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) quanto as diretrizes das metodologias ativas.

Quando questionados sobre quais temas abordados no material seriam mais atrativos para os alunos, as respostas dos professores revelaram uma concentração clara em alguns tópicos específicos, que se destacam tanto pelo apelo cotidiano quanto pela possibilidade de conexão direta com conceitos químicos e discussões socioambientais, como pode ser observado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Temas atrativos para os alunos.



Fonte: A autora

O tema “Perigos das bijuterias” foi o mais frequentemente citado, indicando que os docentes reconhecem o grande potencial desse conteúdo para gerar interesse e promover reflexões críticas entre os alunos. Este tópico permite discutir, de maneira acessível e aplicada, temas como alergias causadas por metais, qualidade dos materiais, impactos na saúde e sustentabilidade, aspectos que estão diretamente presentes no cotidiano dos estudantes.

Na sequência, os temas “Ligas metálicas”, “Galvanoplastia” e “Obtenção dos metais” também se destacaram. A recorrência dessas respostas demonstra o reconhecimento, por parte dos docentes, de que tais conteúdos oferecem oportunidades para a discussão de conceitos fundamentais da Química, como estrutura e propriedades dos materiais, reações de oxirredução, eletroquímica e transformações químicas — sempre contextualizados com exemplos concretos e próximos da realidade dos alunos.

Além disso, o tema “Histórico dos adornos” apareceu de forma relevante, evidenciando o interesse em abordagens que valorizem a interdisciplinaridade, a história da Química e a evolução dos materiais ao longo do tempo, o que também contribui para uma aprendizagem mais significativa.

Por fim, alguns professores também destacaram o tópico “Proteção das bijuterias”, que oferece espaço para discussões sobre corrosão, conservação de materiais, reações de oxidação e processos de revestimento, consolidando, assim, a integração entre teoria química e aplicações práticas.

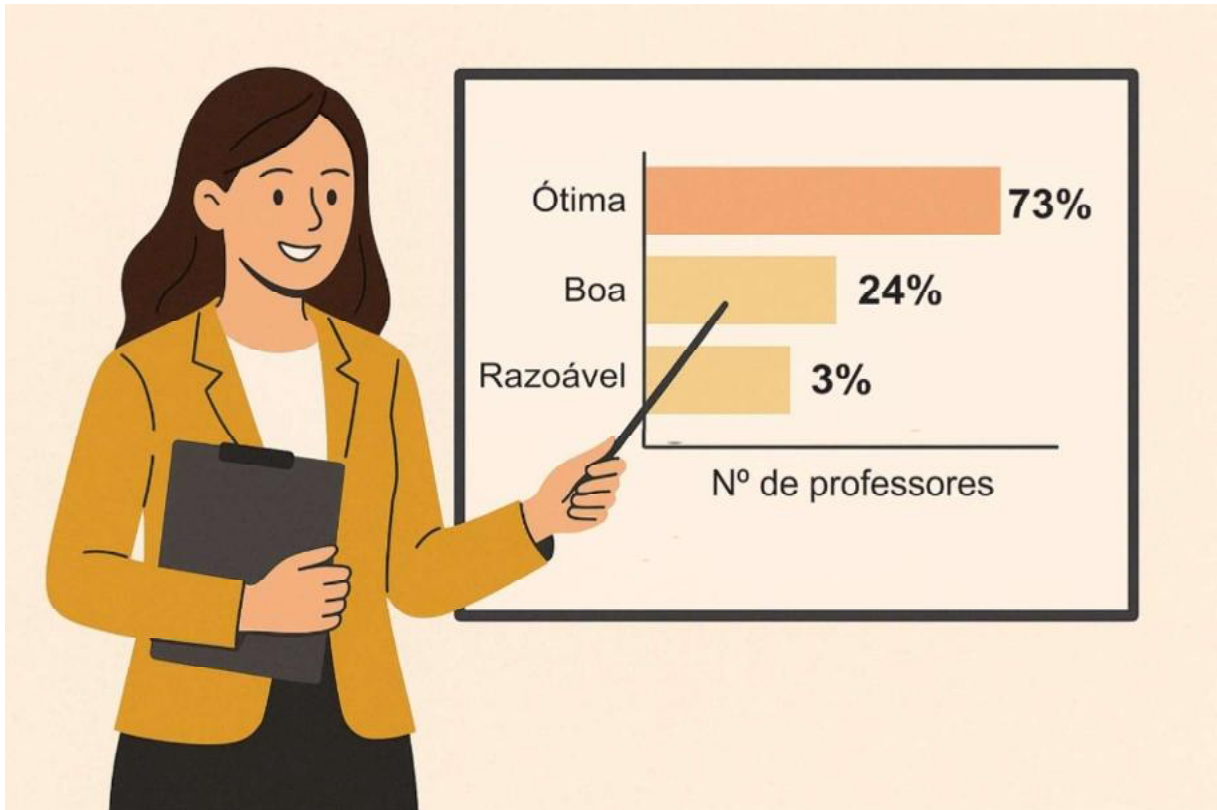
Esses dados reforçam que a escolha dos temas na elaboração da cartilha foi assertiva, contemplando tópicos que dialogam não apenas com os conteúdos curriculares da Química, mas também com os interesses e vivências dos estudantes, favorecendo uma abordagem didática que promove o engajamento, o protagonismo discente e a alfabetização científica.

Em relação ao layout da cartilha as respostas dos professores destacaram uma avaliação majoritariamente positiva dos aspectos visuais e organizacionais da cartilha. A análise dos dados coletados para cada elemento avaliado é apresentada a seguir:

- Diagramação

Em relação à avaliação da diagramação e do “layout” da cartilha, os dados revelam uma percepção amplamente positiva por parte dos professores participantes (Figura 4). Do total de 29 respostas, a maioria classificou a diagramação como “ótima”, demonstrando satisfação tanto com a organização visual quanto com a disposição dos elementos gráficos, textos e recursos visuais.

Figura 4: Análise de diagramação do material



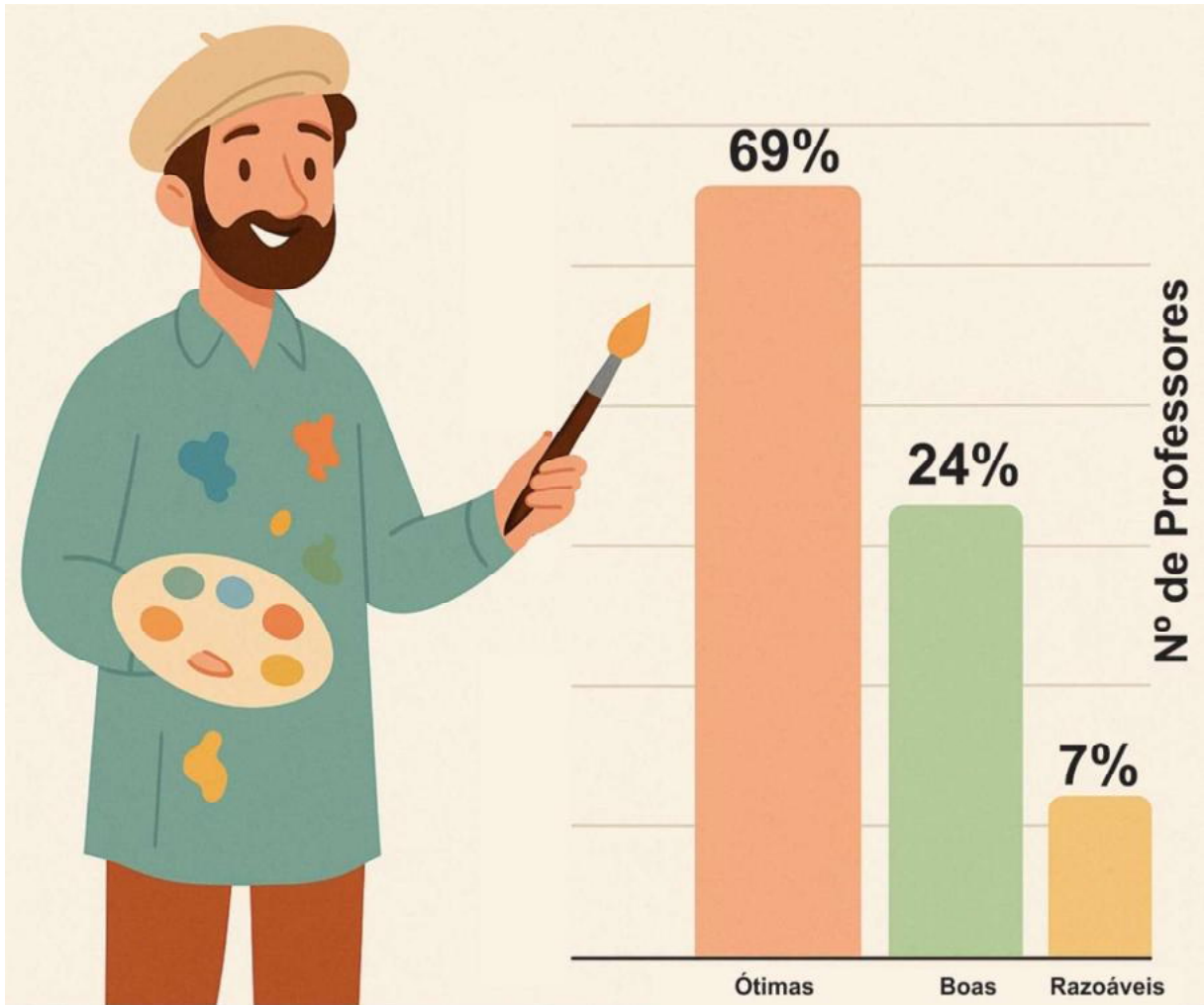
Fonte: Imagem gerada com auxílio da inteligência artificial ChatGPT (OpenAI, 2025).

Cerca de 73% docentes atribuíram a avaliação “ótima” para o layout, enquanto 27% consideraram como “boa” ou “razoável”, o que, ainda assim, reflete uma aceitação majoritariamente favorável. Não foram registradas avaliações negativas ou críticas severas em relação à estética, à disposição das informações ou à navegabilidade do material.

- Cores empregadas

No que se refere à avaliação das cores empregadas na cartilha, os resultados demonstram, mais uma vez, um alto índice de satisfação por parte dos docentes participantes (Figura 5). Entre as 29 respostas, a maioria classificou as cores como “ótimas”, enquanto uma parcela menor considerou como “boas” ou “razoáveis”, não havendo qualquer menção negativa ou indicativo de rejeição em relação à escolha cromática do material.

Figura 5: Análise das cores do material.



Fonte: Imagem gerada com auxílio da inteligência artificial ChatGPT (OpenAI, 2025).

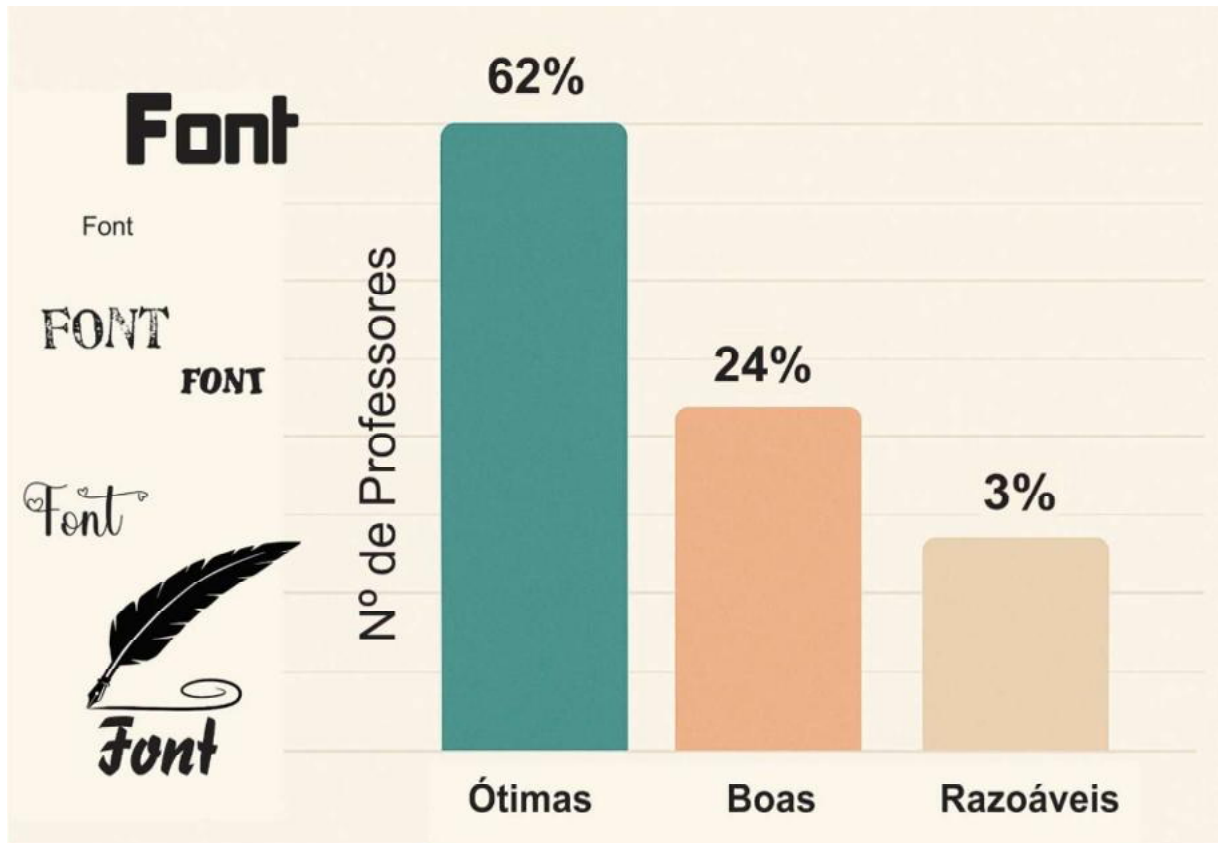
Especificamente, 60% respostas apontaram que as cores estão “ótimas”, enquanto 31% avaliações as classificaram como “boas” ou “razoáveis”, o que, ainda assim, reflete uma aceitação satisfatória do conjunto visual.

De forma geral, os dados confirmam que o cuidado com a escolha das cores foi bem-sucedido, contribuindo não apenas para a estética do material, mas também para sua função pedagógica, tornando a navegação mais agradável, intuitiva e facilitadora do processo de ensino-aprendizagem.

- Tamanho da letra e fonte utilizada

No que se refere à avaliação da fonte utilizada no material, observa-se, de forma geral, uma percepção bastante positiva por parte dos docentes participantes (Figura 6). Entre as 29 respostas obtidas, 62% classificaram como “ótima”, evidenciando satisfação quanto à legibilidade, estética e adequação do tamanho e tipo da fonte escolhida.

Figura 6: Análise do tamanho da fonte



Fonte: Imagem criada pela autora, no software CorelDRAW, outubro de 2015).

Por outro lado, 24% dos professores atribuíram a classificação “boa”, o que, embora positiva, sinaliza uma percepção de que ainda há possibilidades de pequenos aprimoramentos, sobretudo em blocos com maior densidade de texto. Além disso, 3% dos docentes avaliaram como “razoável”, sugerindo que, para uma parcela menor dos usuários, ajustes relacionados ao tamanho, tipo ou espaçamento da fonte poderiam tornar a leitura mais confortável.

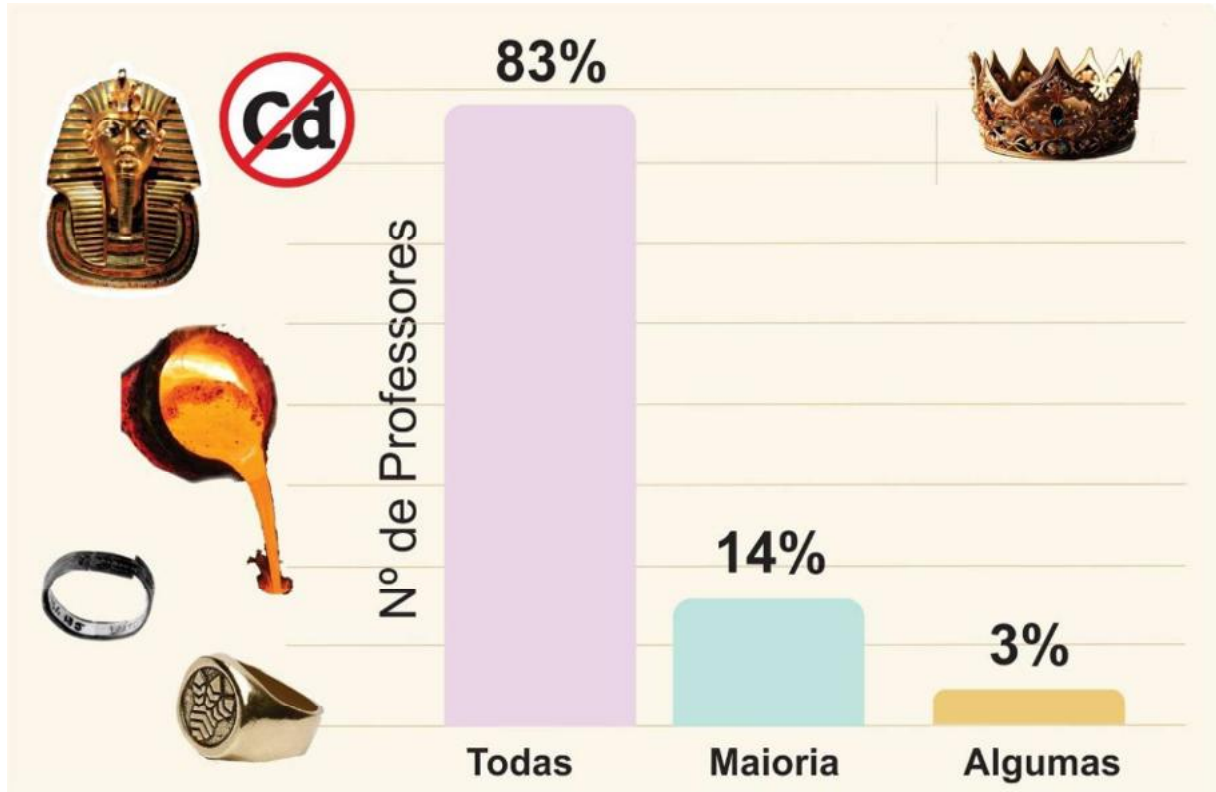
Esses dados reforçam que a escolha da fonte foi, em grande parte, bem recebida, mas também indicam a importância de considerar, em atualizações futuras do material, recursos que promovam acessibilidade, como a possibilidade de ajuste do tamanho da fonte nos dispositivos de leitura, espaçamento entre linhas mais confortável ou a adoção de fontes mais amigáveis para leitura em telas.

- Quantidade de figuras

Quanto à análise sobre a coerência e adequação das figuras em relação ao conteúdo textual, observa-se uma avaliação amplamente positiva por parte dos docentes participantes (Figura 7). A maior parte dos respondentes, 83% professores, afirmou que “todas” as figuras

estão de acordo com o texto, o que indica um alinhamento eficaz entre os elementos visuais e os conceitos abordados, contribuindo para a clareza e a compreensão dos conteúdos.

Figura 7 Análise das figuras do material.



Fonte: Imagem criada pela autora, no software CorelDRAW, outubro de 2015)

Por outro lado, 14% docentes responderam “a maioria”, o que sugere que, embora as figuras sejam, em geral, bem alinhadas com os temas, alguns elementos visuais poderiam ser revisados, aprimorados ou ajustados para garantir ainda mais sintonia com os textos explicativos. Nenhum dos participantes indicou que as figuras estariam totalmente desalinhadas ou incoerentes.

Esses dados indicam que a construção visual do material atendeu, de forma satisfatória, às expectativas dos docentes, reforçando o papel das imagens como facilitadoras da aprendizagem. No entanto, a presença de respostas indicando “a maioria” sugere que revisões pontuais podem ser realizadas para melhorar a clareza, o detalhamento ou a contextualização de determinados esquemas, ilustrações ou infográficos presentes no material.

- Coerência das figuras com o texto

Em relação à possibilidade de existirem figuras que não estão completamente alinhadas com o conteúdo textual, a maioria dos docentes respondeu de forma negativa, afirmando que

não há figuras que estejam em desacordo. No entanto, 3% dos professores fizeram apontamentos específicos, destacando as Figuras 1, 12, 14 e 17 como elementos que poderiam ser revistos, sem, no entanto, especificar detalhadamente os motivos na maior parte dos casos.

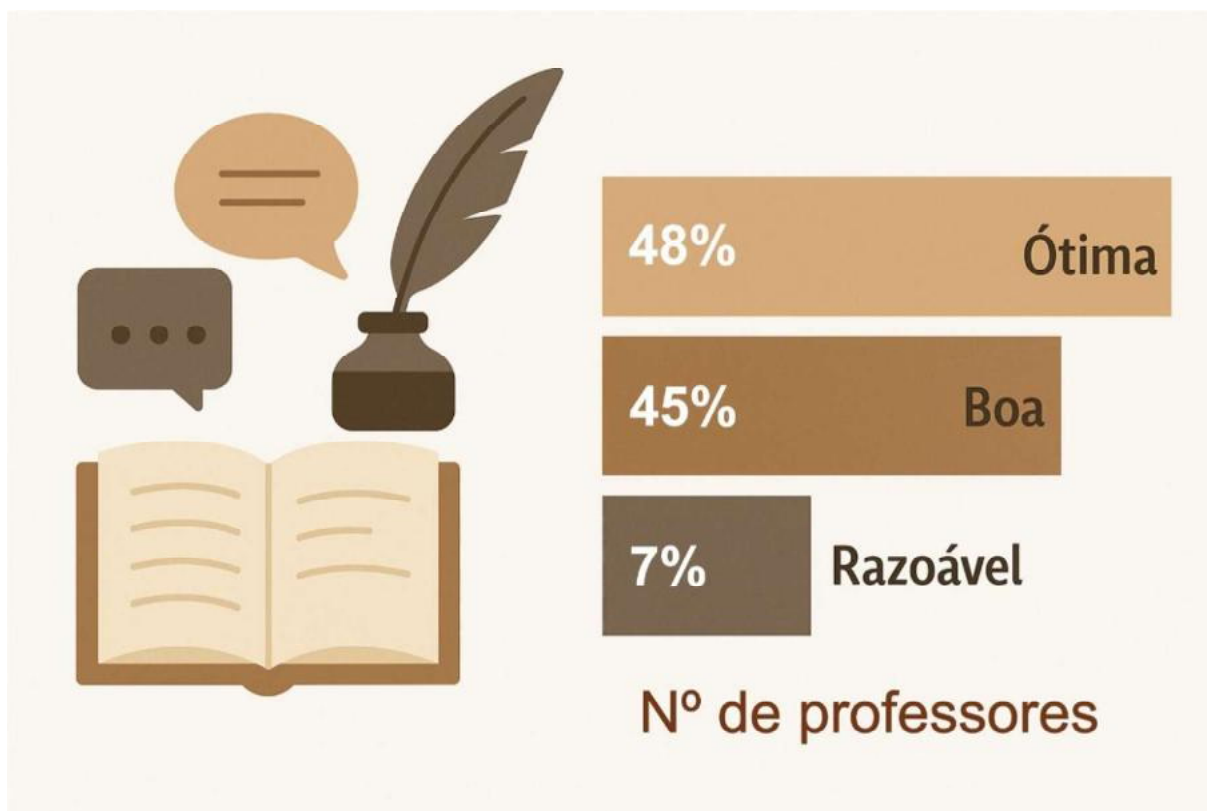
Além disso, uma contribuição qualitativa relevante surgiu na forma de sugestão: embora as figuras estejam adequadas, a ausência de legendas mais descritivas foi apontada como uma limitação. Segundo esse relato, utilizar apenas identificações genéricas, como “Figura 2”, sem uma breve explicação sobre o que está sendo representado, pode reduzir o potencial didático das imagens, especialmente no auxílio à compreensão de conceitos mais complexos.

Esse retorno indica que, apesar do bom alinhamento geral entre texto e imagens, há espaço para aprimoramento na elaboração de legendas mais informativas, que contextualizem e expliquem de maneira objetiva o conteúdo visual, reforçando a construção do conhecimento pelos leitores.

- Linguagem utilizada

Em relação à linguagem utilizada no material, observa-se uma avaliação amplamente satisfatória por parte dos professores participantes (Figura 8). A maioria classificou a linguagem como “ótima” ou “boa”, indicando que o texto apresenta clareza, acessibilidade e adequação ao público-alvo. Esse retorno reforça que a proposta de construir um material didático com uma comunicação fluida, compreensível e contextualizada foi bem-sucedida.

Figura 8: Análise da linguagem do material.



Fonte: Imagem gerada com auxílio da inteligência artificial ChatGPT (OpenAI, 2025).

Por outro lado, um número reduzido de docentes — especificamente dois respondentes — avaliou a linguagem como “razoável”, o que sugere que, para esses profissionais, há espaço para ajustes pontuais. Isso pode estar relacionado à necessidade de simplificação em trechos mais técnicos ou, ao contrário, ao desejo de maior aprofundamento conceitual em determinadas partes.

De modo geral, os dados demonstram que a cartilha atinge um equilíbrio entre rigor científico e linguagem acessível, característica fundamental para materiais de apoio voltados ao ensino de Química, sobretudo quando se busca a aproximação com o cotidiano dos alunos.

- Exagero de informações

Quanto à percepção sobre a quantidade de informações presentes no material, a análise das respostas revela uma avaliação amplamente positiva. A maioria dos participantes afirmou que a quantidade de informações está adequada, coerente com os objetivos propostos no desenvolvimento da cartilha. Expressões como “*estão na medida*”, “*de acordo com a proposta*” e “*não está exagerado*” apareceram de forma recorrente nas respostas, demonstrando que o equilíbrio entre profundidade conceitual e clareza foi bem alcançado.

No entanto, algumas contribuições apontaram oportunidades de aprimoramento no sentido de ampliar certos conteúdos específicos, e não de enxugar ou reduzir informações. Entre as sugestões estão: a inclusão de referências culturais aos adornos dos Incas, artefatos indígenas, maior aprofundamento sobre a aplicação de reações de oxidação e redução, além de um desenvolvimento mais robusto dos temas tratados nos capítulos 7 e 8, que, segundo um dos respondentes, poderiam ser complementados.

De modo geral, os dados indicam que não houve percepção de excesso de informações, mas sim sugestões pontuais que apontam para a possibilidade de enriquecer o material com conteúdo histórico, cultural e químico adicional, sem comprometer a clareza ou sobrecarregar o leitor.

A análise das respostas à questão aberta evidencia uma percepção altamente positiva dos professores em relação à proposta do material. A maioria dos participantes destacou que a cartilha apresenta um tema relevante, atual e atrativo, que estabelece uma ponte concreta entre os conteúdos de Química e o cotidiano dos alunos, favorecendo uma aprendizagem mais contextualizada e significativa.

Elogios como “*parabéns pelo trabalho*”, “*impecável*”, “*ótimo material*” e “*inspiração para os professores*” foram recorrentes, indicando que o material atende aos objetivos didáticos propostos, além de ser percebido como inovador e motivador.

Por outro lado, surgiram também contribuições importantes para o aprimoramento do produto educacional. As principais sugestões concentram-se nos seguintes aspectos:

- Correções de formatação e revisão textual: foram apontadas repetições de parágrafos (como no texto sobre o cobre e na seção de galvanoplastia), erros de digitação e sobreposição de textos, além da necessidade de ajuste na exibição de índices e equações químicas (ex.: tetracarbonil de níquel e equações da página 31).
- Aprimoramento visual: alguns professores sugeriram melhorar a nitidez de figuras específicas (ex.: figura 20) e aumentar o tamanho das fontes para tornar a leitura mais confortável. Também foi indicado que as legendas das imagens sejam inseridas diretamente junto às figuras, tornando-as mais informativas e integradas ao conteúdo.
- Enriquecimento pedagógico: destacaram-se recomendações como a inserção de indicações de vídeos, simuladores, tabelas comparativas (ex.: propriedades de metais puros e suas ligas) e materiais complementares, especialmente nos temas de mineração, fabricação de ligas e galvanoplastia. Além disso, foi sugerida a possibilidade de

aprofundar discussões sob a perspectiva CTS/CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), favorecendo uma formação mais crítica e cidadã.

- Aspectos culturais e históricos: um professor ressaltou que seria interessante incluir elementos culturais, como adornos dos povos incas, peruanos e indígenas, ampliando a abordagem histórica e sociocultural dos metais e dos adornos ao longo da história.

Esses comentários demonstram que, embora a cartilha tenha sido muito bem recebida, a devolutiva dos docentes vai além do simples apontamento de erros, representando uma colaboração efetiva para a melhoria do material, reforçando o caráter colaborativo e dialógico que orienta a construção de produtos educacionais no âmbito do mestrado profissional.

Relacionadas às sugestões e considerações finais as respostas refletem, em sua maioria, uma avaliação positiva do material, com elogios à sua qualidade, relevância e impacto pedagógico. Apenas uma resposta indicou uma sugestão específica de melhoria, enquanto as demais enfatizaram o potencial da cartilha para atrair o interesse dos alunos e aproximar a química de temas do cotidiano. A seguir, os principais pontos são analisados. A resposta "O trabalho é bem interessante e consegue associar a química com um assunto popular" reforça o alinhamento do tema da cartilha com os interesses dos alunos, destacando sua capacidade de tornar o ensino de química mais envolvente e conectado à realidade dos estudantes. Uma resposta mencionou a necessidade de "revisar a formatação e textos repetidos", sugerindo que ajustes técnicos podem melhorar ainda mais a apresentação e a fluidez do material. Essa observação é importante para garantir a clareza e evitar redundâncias que possam comprometer a experiência de leitura e uso do material. A presença de respostas como "Nenhuma" e "Nada a acrescentar" indica que, para muitos participantes, o material já está bem elaborado e atende às expectativas iniciais, não havendo necessidade de modificações significativas.

5.2 PROPOSTA E IMPACTO PEDAGÓGICO DO E-BOOK

Inicialmente, a concepção do produto educacional desta pesquisa partiu da elaboração de uma cartilha didática, voltada para o ensino de Química contextualizado com a temática das joias e bijuterias. A proposta original tinha como objetivo oferecer um material conciso e visualmente atrativo, que auxiliasse o professor na abordagem dos conceitos eletroquímicos em sala de aula.

Contudo, durante o processo de desenvolvimento e após as devolutivas dos professores participantes, identificou-se a necessidade de ampliar o conteúdo, de modo a incluir explicações

mais aprofundadas, conexões interdisciplinares e sugestões de aplicação pedagógica. Essa ampliação permitiu enriquecer o caráter formativo do material, atendendo tanto às demandas de contextualização quanto à necessidade de aprofundamento teórico e metodológico.

Assim, após a etapa de qualificação do mestrado, decidiu-se transformar a cartilha em um e-book, formato que possibilitou maior detalhamento conceitual, inclusão de recursos digitais e uma melhor organização visual e pedagógica. Essa mudança também potencializou o impacto educativo do produto, tornando-o mais acessível, interativo e compatível com as práticas contemporâneas de ensino mediadas por tecnologias digitais.

O e-book resultante consolidou-se, portanto, como uma ferramenta de apoio ao professor de Química, integrando aspectos teóricos, práticos e contextualizados, alinhados às diretrizes da BNCC e às metodologias ativas de aprendizagem. Seu impacto pedagógico reside na promoção de um ensino mais significativo, participativo e conectado ao cotidiano dos estudantes.

Este documento busca então atender a uma demanda identificada por muitos professores: a necessidade de ferramentas que motivem os alunos a aprender química de maneira mais envolvente. Através de conteúdos que integram história, química e arte, o material oferece uma abordagem interdisciplinar e prática, que permite ao professor trabalhar conceitos vários conceitos químicos, utilizando exemplos tangíveis e de fácil entendimento.

A expectativa principal é que o documento se torne uma ferramenta de apoio pedagógico eficaz para os professores de química. O material foi elaborado com o intuito de ser flexível e acessível, podendo ser aplicado a diferentes séries e contextos escolares, tanto na rede pública quanto privada. Espera-se que os professores vejam no documento não apenas um suporte para o ensino dos conteúdos químicos, mas também um recurso que os ajude a motivar os alunos, com temas próximos do cotidiano, como a criação de joias e os processos industriais por trás das bijuterias. O material tem o potencial de despertar o interesse e a curiosidade dos alunos, promovendo um ensino mais dinâmico e contextualizado, facilitando a compreensão de conceitos complexos. Tópicos como eletroquímica e oxirredução são tradicionalmente difíceis de ensinar e aprender. O documento instrucional, ao oferecer exemplos práticos, como a galvanoplastia e a oxidação de metais, visa facilitar essa compreensão, tornando a química mais palpável e aplicável. Enriquecer o currículo com conteúdos interdisciplinares: Além dos conteúdos de química, permite ao professor trabalhar de maneira integrada com outras disciplinas, como história e geografia, criando um ensino mais completo e que se conecta às múltiplas realidades dos alunos.

Que esse produto educacional seja visto como uma oportunidade de tornar o ensino de química mais relevante, acessível e cativante para os estudantes. Para os professores, ela deve representar uma possibilidade de inovar em suas práticas pedagógicas, oferecendo aos alunos uma experiência de aprendizagem enriquecedora e próxima do mundo em que vivem.

5.3 ANÁLISE DO DOCUMENTO A PARTIR BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

O documento instrucional "Da Joia à Bijuteria, uma Viagem ao Mundo da Química" está diretamente relacionada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ao alinhar-se com diversos princípios e competências gerais que a BNCC propõe para o ensino médio. Aqui estão alguns pontos de conexão:

A BNCC enfatiza a necessidade de contextualizar o ensino, ou seja, trazer temas que sejam relevantes e próximos da realidade dos alunos para promover uma aprendizagem significativa. A sua cartilha atende a essa exigência ao utilizar o tema de joias e bijuterias, que faz parte do cotidiano dos alunos, tornando os conceitos de química mais tangíveis e aplicáveis.

O documento instrucional está alinhado com os principais objetivos da BNCC para o ensino de ciências ao promover o contexto prático, o desenvolvimento de habilidades científicas e a integração de diferentes áreas do conhecimento, tudo isso utilizando uma linguagem acessível e relevante para os estudantes contribuindo para o desenvolvimento de várias competências e habilidades gerais descritas na BNCC, como:

- Competência 2: Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer aos conhecimentos de química para entender e explicar a realidade.
- Competência 4: Utilizar diferentes linguagens, como científica e artística, para expressar e partilhar informações e conhecimentos.
- Competência 5: Compreender e usar tecnologias digitais para comunicar e resolver problemas do mundo contemporâneo, como os processos industriais usados na fabricação de joias (galvanoplastia, por exemplo).

A BNCC sugere o trabalho interdisciplinar para promover uma educação mais integrada. Dessa forma esse documento instrucional permite essa interdisciplinaridade ao conectar a química com áreas como história (através da evolução das joias), arte e até geografia (ao abordar a origem dos metais e a extração de minérios), incentivando uma aprendizagem mais ampla e contextualizada.

O e-book permite cumprir a recomendação da BNCC de promover uma aprendizagem significativa, na qual os conteúdos ensinados têm relevância para o mundo e o cotidiano dos alunos. Ao trazer um tema como joias e bijuterias, que é visual e culturalmente interessante, os alunos são capazes de ver aplicações reais dos conceitos de química.

5.4 REFLEXÕES SOBRE O USO DE MATERIAIS DIDÁTICOS NA EDUCAÇÃO

O uso de materiais didáticos na educação desempenha um papel fundamental na mediação do conhecimento entre professores e alunos, funcionando como ferramentas que facilitam o aprendizado e o engajamento com os conteúdos. Ao longo da história da educação, esses materiais evoluíram, mas sua importância permanece inquestionável. Eles são essenciais para tornar o aprendizado significativo, acessível e contextualizado (Fiscarelli, 2007).

Um bom material didático oferece aos professores um apoio concreto para diversificar suas práticas pedagógicas. Como Paulo Freire, um dos maiores educadores brasileiros, afirmou: "Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção" (Freire, 2002, p. 13). Materiais bem elaborados ajudam justamente nesse processo de criação de possibilidades, ao proporcionar formas inovadoras de se abordar os conteúdos, ligando a teoria à prática e à realidade dos alunos.

Além disso, materiais didáticos contextualizados, como esse documento instrucional sobre joias e bijuterias, ajudam a conectar o aprendizado com o cotidiano dos estudantes, o que é uma das bases da aprendizagem significativa defendida por David Ausubel. Quando os alunos conseguem ver a aplicação do que estão aprendendo em sua própria vida, eles se tornam mais motivados e interessados, porque o conteúdo passa a fazer sentido para eles. Isso torna o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente (Darroz, 2018).

É importante refletir também sobre o papel dos materiais didáticos na diversificação das metodologias em sala de aula. Eles permitem a exploração de diferentes linguagens e abordagens – sejam visuais, textuais ou experimentais. Isso é crucial porque os alunos aprendem de maneiras diferentes. Um material didático versátil pode integrar várias formas de apresentar um conceito, desde gráficos, imagens, e vídeos até experimentos práticos. Os materiais didáticos servem para simplificar conceitos complexos, sem perder sua profundidade.

Em um mundo cada vez mais conectado, onde o ensino precisa acompanhar as rápidas mudanças da sociedade, os materiais didáticos precisam ser não apenas bem elaborados, mas também dinâmicos e flexíveis. Eles devem ser capazes de evoluir com as demandas

educacionais, tornando o ensino uma experiência viva e adaptável. Por isso, é vital que os materiais didáticos não sejam estáticos, mas sim ferramentas flexíveis que permitam adaptações conforme o contexto e as necessidades dos alunos.

Em suma, o uso de materiais didáticos é crucial não apenas para ajudar o professor a estruturar suas aulas, mas também para tornar o aprendizado mais interessante e relevante para os alunos. Ao incorporar temas próximos da realidade, como você faz com o tema de joias e bijuterias, o ensino se torna mais significativo, estimulando os estudantes a desenvolver o pensamento crítico e a aprender a aprender, algo que os prepara para os desafios além da sala de aula.

6. CONCLUSÃO

O modelo escolhido para a elaboração do e-book "Da Joia à Bijuteria, uma Viagem ao Mundo da Química" foi muito apropriado, pois abarcou a percepção de 29 professores de química, não só sobre conteúdo, mas também sobre aspectos visuais que são muito relevantes para a sociedade contemporânea.

Os docentes pesquisados mostraram uma recepção positiva sobre a viabilidade do material. As respostas indicam que o material possui um grande potencial pedagógico, sendo considerado uma ferramenta inovadora para contextualizar conceitos químicos do cotidiano dos alunos.

Quanto a atratividade e relevância do tema a escolha de joias e bijuterias foi amplamente validada pelos professores, que reconheceram sua capacidade de atrair a atenção dos alunos e torná-los mais engajados nas aulas de química. Questões como o perigo das bijuterias (50% das respostas) e a obtenção de metais (16,7%) foram apontadas como os tópicos mais atrativos, destacando a importância de relacionar conteúdos científicos com situações práticas e reais. Essa abordagem está alinhada com a BNCC, que enfatiza a contextualização como uma ferramenta para tornar a aprendizagem mais significativa.

Em suma, os principais pontos fortes deste estudo foram:

- A escolha de um tema conectado ao cotidiano, que desperta a curiosidade e o interesse dos alunos.
- A integração de conceitos complexos, como eletroquímica e oxirredução, com exemplos práticos e aplicáveis.

- A apresentação visual bem avaliada, com diagramação e figuras que facilitam a compreensão.

Ao mesmo tempo, existem apontamentos que indicam oportunidades para aprimorar o material:

- Expandir conteúdos sobre a estrutura atômica e propriedades específicas de metais.
- Incluir mais exemplos de planos de aula e atividades práticas, adaptáveis a diferentes realidades escolares.
- Reforçar a interdisciplinaridade, incorporando referências culturais e históricas adicionais.

Em suma, o e-book cumpriu seu objetivo de auxiliar professores no ensino de química de forma dinâmica e contextualizada, enquanto abre espaço para ajustes que podem torná-lo ainda mais eficiente. Seu uso em sala de aula tem o potencial de promover uma aprendizagem significativa, engajando alunos e professores em discussões relevantes e conectadas ao mundo real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente.** 5. ed. *Bookman Companhia Ed.*, 2012.

BANDEIRA, Thais Cavalcanti et al. **Joia talismã: artefato de proteção contra o mau olhado.** Relatório Técnico-Científico de Conclusão de Curso de Bacharel em Designer – Universidade de Campina Grande. 2018.

BARRETO, Barbara SJ; BATISTA, Carlos H.; CRUZ, Maria Clara P. **Células eletroquímicas, cotidiano e concepções dos educandos.** *Química Nova na Escola*, v. 39 p. 1964, 2017.

BLOSSOM, John W. **Molybdenum.** *US Geological Survey Minerals Yearbook 2000*, p. 53.1-53.3, 2000.

BORGES, Ana Paula Aparecida et al. **Visões de Ciência e Cientista utilizando representações artísticas, entrevistas e questionários para sondar as concepções entre alunos da primeira série do Ensino Médio.** Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília: Universidade de Brasília, p. 1-10, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

DARROZ, Luiz Marcelo. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** *Revista Espaço Pedagógico*, v. 25, n. 2, p. 576-580, 2018.

DA SILVA, Brenno Ramy Teodósio; DE MOURA, Francisco Marconcio Targino. **Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: Limites e possibilidades nas vozes discentes.** *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, v. 6, n. 17, 2020.

DA SILVA, Maria Lúcia Castro et al. **Metodologias ativas para uma aprendizagem significativa.** *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 51280-51291, 2021.

DE ALMEIDA, Anderson Soares; DOS SANTOS, Aldenir Feitosa. **Novas perspectivas metodológicas para o ensino de Química: prática e teoria contextualizada com o cotidiano.** *Diversitas Journal*, v. 3, n. 1, p. 144-156, 2018.

DUARTE, Hélio A. **Ferro - Um elemento químico estratégico que permeia história, economia e sociedade.** *Química Nova*, v. 42, n. 10, p. 1146-1153, 2019.

FERRETTI, Celso João. **A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação.** *Estudos Avançados*, v. 32, p. 25-42, 2018.

FISCARELLI, Rosilene Batista de Oliveira. **Material didático e prática docente.** *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 2, n. 1, p. 31-39, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 17. ed. *São Paulo: Paz e Terra*, São Paulo, 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 25. ed. *São Paulo: Paz e Terra*, São Paulo, 2002.

GENTIL, V. **Corrosão.** 3. ed. *Rio de Janeiro: LTC*, 1996.

GERMANI, Darcy José. **A mineração no Brasil.** Relatório Final, Brasil, Centro de Gestão de Estudos Estratégicos. Rio de Janeiro, p.79, 2002. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/fontes-de-orcamento/fundos-setoriais/ct-mineral/a-mineracao-no-brasil.pdf>. Acessado em 20 Jun 2024.

GOLA, Eliana. **A joia: História e desig.** *Editora Senac, São Paulo*, 2022.

HARTLEY, Frank R. (Ed.). **Chemistry of the platinum group metals: recent developments**, Elsevier, 2013.

HOMEM, Paula; FONSECA, Inês; CAVALHEIRO, José. **O escurecimento do altar de prata da Sé do Porto: um caso de corrosão atmosférica.** *Corrosão e Proteção dos Materiais, Lisboa, Portugal*, v. 27, p. 82-86, 2008.

HSTERN. Disponível em: <https://adorojoias.com.br/>. Acessado em: 18 set. 2024.

JÚNIOR, João Fernando Costa et al. **Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel.** *Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, v. 5, p. 51-68, 2023.

JUNQUEIRA, Jéssica Sousa Santos; SILVA, Priscila Pereira; GUERRA, Wendell. **Ouro.** *Química Nova na Escola*, Brasil, v. 34, p. 45-46, 2012.

KLIAUGA, Andréa Madeira; FERRANTE, Maurizio. **Metalurgia básica para ourives e designers: do metal à joia.** *Editora Blucher*, 2009.

KLEIN, Sabrina G.; BRAIBANTE, Mara EF. **Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens.** *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 1, p. 35-45, 2017.

LEITE, Luciana Rodrigues; LIMA, José Ossian Gadelha de. **O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso.** *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 96, n. 243, p. 380-398, 2015.

LOPES, Renato Matos; FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães (org.). **Características gerais da aprendizagem baseada em problemas. Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores.** Rio de Janeiro: *Publiki*, p. 45-72, 2019.

LU, Liming (Ed.). **Iron ore: mineralogy, processing and environmental sustainability.** *Elsevier*, 2015.

DE MORAIS, Carlos Antônio; DE ALBUQUERQUE, Rodrigo Oscar; LADEIRA, Ana Claudia Queiroz. **Processos Físicos e Químicos Utilizados na Indústria Mineral.** *Cad Temáticos Química Nova na Escola*, v. 8, p. 9-17, 2014.

ONU. **Objetivos de desenvolvimento sustentável, ODS.** Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment>. Acesso em: 28 out. 2024.

PAGNAN, Andreia Salvan et al. **Materiais e processos produtivos utilizados no design de joias: análise histórica, evolutiva e comparativa.** *Revista de Design, Tecnologia e Sociedade*, v. 5, n. 2, p. 84-98, 2018.

QEDU. Disponível em: <http://cdn.novo.qedu.org.br/brasil>. 2022. Acessado em: 09 set. 2023.

RIBEIRO MARCONDES, Maria Eunice; LUIZ DE SOUZA, Fabio; HIROMI AKAHOSHI, Luciane. **Conteúdos de eletroquímica e focos de ensino evidenciados por professores de química do ensino médio.** *Enseñanza de las Ciencias*, n. Extra, p. 5673-5678, 2017.

RIBEIRO, W.H.F.; MESQUITA, J.M. **Um olhar sobre a realidade das aulas de química em uma escola pública cearense.** *Essentia. Sobral, Ceará*, v. 13, n. 2, p. 165-183, 2012.

RODRIGUES, Mônica Aparecida; SILVA, Priscila Pereira; GUERRA, Wendell. **Cobre.** *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 3, p. 161-162, 2012.

RICK, Cristiane Fonseca et al. **Estudo da liga à base de Zn-Al-Cu-Mg aplicada na fabricação de joias folheadas.** 2006. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

ROSA, Ana Paula Fernandes. **Jóias em aço inoxidável: proposta para produção artesanal.** 2006. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

SÁ, Carmen SS; SANTOS, Wildson LP. **Licenciatura em Química: carência de professores, condições de trabalho e motivação pela carreira docente.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas. Atas do VIII ENPEC, 2011.

SANJUAN, Maria Eugênia Cavalcante et al. **Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica.** *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 190-197, 2009.

SILVA, Rita Caroline da. **A joia: História, simbolismos e emoções.** 253 f. il. 2020. Dissertação (mestrado) - Escola de Belas Artes, UFBA, Salvador, 2020.

SILVA, Hugo Antonio Cavalcanti. **Corrosão do cobre, as cores da pátina: um estudo integrador entre os materiais e a arte no processo de ensino-aprendizagem de ciência.** 2024. UFPE, Trabalho de Conclusão de Curso.

SINCLAIR, Roderick J. **The extractive metallurgy of zinc.** *The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Spectrum Series Volume Number 13*, 2005.

SKODA, Sonia Maria de Oliveira Gonçalves. **Evolução da arte da joalheria e a tendência da joia contemporânea brasileira.** 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOLE, Kathryn C.; COLE, Peter M. **Purification of nickel by solvent extraction.** *Ion exchange and solvent extraction*, v. 15, p. 143-195, 2001.

VENTURI, Gabriela *et al.* **Dificuldades de ingressantes de um curso de licenciatura em Química sobre conceitos da eletroquímica: um desafio para o ensino superior.** *Química Nova*, v. 44, n. 6, p. 766–772, 2021.

ZIMMER, Cínthia G. **A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos.** *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 1, p. 76-80, 2022.

APÊNDICE

Apêndice 1 - Relação entre os capítulos, seus objetivos e contextualização

Capítulo	Objetivo e Contextualização
Capítulo 1 – Como surgiram as joias?	Esse capítulo faz um breve resumo da história dos adornos desde as primeiras evidências já relatadas até os dias atuais, apresentando a evolução dos adornos a partir dos acontecimentos históricos, a importância e o significado desses objetos durante cada época. Em paralelo, propõe-se uma interdisciplinaridade, com os conteúdos ministrados em História.
Capítulo 2 – Como os metais são obtidos?	Esse capítulo traz informações, ao docente, de como os metais são encontrados na natureza, quais os processos de extração de cada metal, e onde se localizam as principais jazidas nacionais e mundiais. Os metais apresentados neste capítulo são os comumente usados nas ligas metálicas para a fabricação de joias e bijuterias. Estas informações proporcionam uma relação com a tabela periódica, mostrando a posição dos elementos na tabela, e que existem diversos metais ainda não difundidos entre a população.
Capítulo 3 – Como se obtêm os metais da natureza?	Os processos físicos e químicos são importantíssimos na obtenção de um metal puro. Neste capítulo são descritos os processos físicos e químicos utilizados na fabricação de joias e bijuterias desde a extração do minério da jazida até o metal puro. É a base para a introdução de separação de misturas, podendo-se abordar as misturas homogêneas e heterogêneas.

Apêndice 1 - Relação entre os capítulos, seus objetivos e contextualização (Continuação)

Capítulo 4 – Por que os metais são misturados?	Os metais são misturados para aproveitar as suas melhores características específicas. Isso significa que se pode desenhar adornos mais resistentes, mais brilhantes, com menor propensão a oxidação, com cores diversas, segundo a necessidade apontada para cada público. Dessa forma, esse capítulo mostra como são elaboradas as ligas metálicas e como o elemento adicionado ao metal base interfere nas propriedades do mesmo. Com esse conteúdo, o docente, pode discutir a tabela periódica, raio atômico, as propriedades dos metais e as ligações metálicas.
Capítulo 5 – Por que as peças sofrem oxidação?	É muito comum, principalmente semijoias e bijuterias, perderem o brilho, a cor, escurecerem ou deixarem a pele do usuário esverdeada. A partir desse capítulo, conceitos eletroquímicos, podem mostrar o que acontece com essas peças no dia a dia, quando expostas ao ar, a umidade e ao suor. O objetivo desse capítulo é introduzir o conceito de oxidação e redução, processos muito comuns no cotidiano do estudante.
Capítulo 6 – Galvanoplastia, banho de ouro ou folheamento?	Esses são termos empregados quando se fala em bijuterias e designam processos de galvanoplastia realizados com o objetivo de proteger as peças. O banho de ouro e o folheamento se diferenciam apenas pela espessura da camada do metal que está sendo depositado sobre a peça. A galvanoplastia também é muito usada em joias para mudar a cor da peça, dar mais brilho, e em alguns casos para a proteção.

Apêndice 1 - Relação entre os capítulos, seus objetivos e contextualização (Continuação)

Capítulo 7 – As bijuterias podem ser perigosas?	Algumas vezes o barato sai caro. É muito comum se encontrar bijuterias que contenha metais que podem ser prejudiciais a saúde, como o chumbo, o níquel ou cádmio, principalmente as de baixo custo ao consumidor. Esses metais acabam sendo acrescentados nas ligas para reduzir o valor das peças e torná-las mais acessível. Esses metais são tóxicos, alergênicos, possuem qualidade inferior e quando descartados causam um impacto ambiental negativo.
Capítulo 8 – É possível proteger as bijuterias?	A galvanoplastia é o processo mais eficiente para a proteção das peças, mas o custo deste processo é elevado. É possível usar vernizes e esmaltes transparentes que irão proteger as peças por um período. Entretanto, este processo se trata de uma proteção fraca pois, essa camada formada pode ser facilmente desgastada.
Capítulo 9 – Como abordar esse tema em sala de aula?	Nesse capítulo são propostas sugestões ao docente de como ele pode abordar esses temas em sala de aula para despertar um maior interesse do aluno. Também são sugeridos experimentos práticos.

Apêndice 2 - Relação entre conteúdos de química no Ensino médio e os conteúdos do e-book

Série do Ensino médio	e-book	Conteúdos relacionados
1º Ano	Capítulos 1, 2, 3 e 4	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos atômicos • Propriedades periódicas dos elementos (raio atômico, eletronegatividade, energia de ionização) • Tabelas periódicas e classificação dos elementos • Transformações físicas e químicas • Separação de misturas • Ligações químicas (principalmente ligações metálicas) e formação de ligas
2º Ano	Capítulos 5 e 6	<ul style="list-style-type: none"> • Reações de oxirredução (oxidação e redução) • Eletroquímica: conceitos de corrosão, proteção contra corrosão e processos de galvanoplastia • Potencial eletroquímico, série eletroquímica e movimento de elétrons
3º Ano	Capítulos 7, 8 e 9	<ul style="list-style-type: none"> • Química ambiental: descarte de metais pesados, poluição e impacto ambiental • Química e saúde: efeitos tóxicos de metais como chumbo, cádmio e níquel • Soluções, processos industriais e desenvolvimento sustentável • Contextualização socioambiental da Química

Apêndice 3 - Questionário

Qual instituição você trabalha?

Pública ou Privada

Com qual série você trabalha?

9º ano EF, 1º ano EM, 2º ano EM, 3º ano EM

1 - Como professor de química, qual sua opinião sobre a temática das joias e bijuterias como motivador no ensino de química?

2 - Dentre os temas abordados na cartilha, qual(ais) você considera que necessita de mais informações? Por quê?

3 - Em quais conteúdos de química você utilizaria a cartilha para fundamentar as suas aulas?

4 - Usando joia e bijuteria como tema, você abordaria algum aspecto, relacionado à química, que não está contemplado na cartilha?

5- Considerando a sua experiência profissional, e o seu conhecimento do alunado, você considera que o tema motivador da cartilha será atrativo para o ensino de química?

6 - Dentre os temas abordados na cartilha, qual(ais) você considera mais atrativo para os alunos?

7 - Em relação ao "layout" da cartilha

a) a diagramação está:

ótima, boa, razoável, ruim ou péssima

b) as cores empregadas estão

ótima, boa, razoável, ruim ou péssima

c) o tamanho da letra está:

d) a fonte utilizada está:

e) a quantidade de figuras está:

f) a linguagem utilizada está:

g) as figuras estão de acordo com o texto?

Todas, a maioria, algumas, poucas, nenhuma

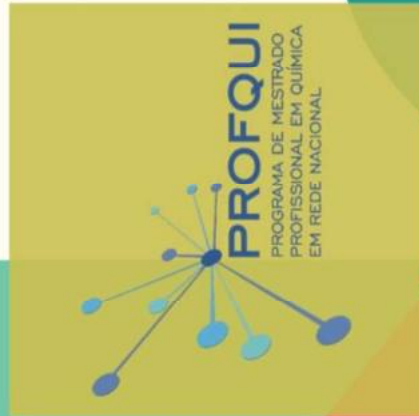
h) se, na sua opinião, há figuras que NÃO estão de acordo com o texto, qual(ais) são?

i) A quantidade de informações contidas está exagerada?

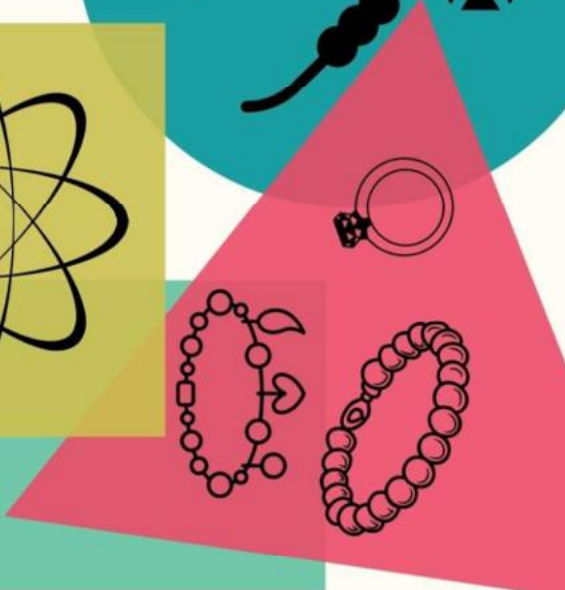
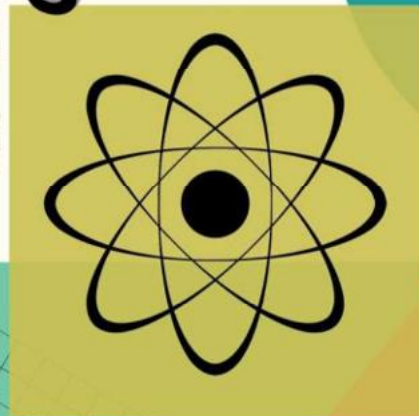
Apêndice 4 - Cartilha geradora do produto educacional final

Flávia Rodrigues Simão de Souza

Orientadora:
ROSA CRISTINA D. PERES



Das joias às Bijuterias: uma viagem ao mundo da química





Devido ao desinteresse mostrado pelos alunos durante as minhas aulas de química e de vários outros professores de outras escolas, e também com o parecer de professores de outras disciplinas que detectaram o mesmo desinteresse, cheguei a conclusão que esse fato é uma das características dessa nova geração.

Isso foi observado em escolas públicas estaduais.

Os alunos chegam sem muito conteúdo, muitos vão para a escola apenas para ganharem o bolsa família ou outro benefício do governo, e não por interesse de estudar.

De acordo com os fatos observados, queria preparar alguma coisa que despertasse um outro olhar do aluno para a química, desmistificando a impressão de que quando se fala em química se fala em algo ruim e/ou muito difícil. Mostrando que a química está ao nosso redor o tempo todo, em quase tudo o que fazemos, ou utilizamos. A ideia é buscar um tema que faça parte do cotidiano deles.

Como as meninas gostam de se produzir e utilizam vários tipos de adornos para isso, e os meninos também utilizam anéis, cordões e até piercing, e ainda levando em conta a condição financeira da maioria desses alunos, as bijuterias é um tema bem interessante para ser abordado.

Devido ao baixo custo desses adornos eles apresentam algumas características que ajudam a trabalhar vários conteúdos de química. Mas não tem como falar de bijuteria sem falas das joias e, são as diferenças entre elas que tornam a química mais interessante.

Essa cartilha é direcionada para os docentes, como uma forma de ajudá-lo a fazer o link das joias e bijuterias com a química, ampliando seus conhecimentos no assunto.



Sumário

01

Quando surgiram as joias?

Pág 05

03

Como se obtêm os metais da natureza?

Pág 18

05

Por que as peças sofrem oxidação?

Pág 31

07

As bijuterias podem ser perigosas?

Pág 40

09

Como abordar esse tema em sala de aula?

Pág 47

02

Como os metais são obtidos?

Pág 13

04

Por que os metais são misturados?

Pág 23

06

Galvanoplastia, banho de ouro ou folheamento?

Pág 35

08

Como proteger as bijuterias?

Pág 45



Quando surgiram as joias?



PALEOLÍTICO

(até 10000 a.C.)



Primeiras evidências do uso de adornos;
Feitos de materiais naturais como ossos, dentes de animais, pedras, conchas e até penas;
Poderiam ter servido para identificar indivíduos de diferentes grupos ou regiões.

NEOLÍTICO

(10000 a.C. a 5000 a.C.)

Busca por materiais mais raros e resistentes se intensificou, resultando em joias com tendências e formas cada vez mais complexas;

Com o comércio de matérias-primas era possível trocar pedras que vinham de lugares distantes, buscando materiais mais raros e resistentes;
Interconectividade entre grupos distintos, compartilhavam tanto recursos quanto conhecimentos;

Os adornos se tornaram mais sofisticados e diversificados, refletindo status social, realizações e até crenças religiosas.

A qualidade e complexidade dos adornos eram frequentemente associadas ao prestígio e poder dentro das comunidades.

IDADE DOS METAIS

(5000a.C. a 3500 a.C.)



Idade do Bronze: liga de cobre com 10% de estanho que bem polida pode ter um aspecto brilhante e nobre;

A joalheria evoluiu com o uso combinado de ouro, prata e pedras semipreciosas. Surgimento de alfinetes e broches;

Muitos adornos serviam como símbolos de status ou como amuletos com significados espirituais ou protetores; Novas técnicas de metalurgia influenciaram as práticas culturais e artísticas, na idade do ferro; Foram desenvolvido as técnicas de granulação e filigrana para criar efeitos decorativos detalhados em jóias de metal.

Eram frequentemente usados para indicar afiliação tribal, sucesso em batalha, e crenças espirituais.

IDADE ANTIGA

(3500 a.C. e 476 d.C.)

Os egípcios usavam pedras preciosas, ouro, prata e materiais não convencionais como o vidro colorido conhecidos por sua arte adornada e simbólica;

Muitos adornos eram usados para proteção espiritual;

A joalheria grega era famosa por sua elegância e detalhes. Incluíam coroa de louros, brincos, colares e braceletes intrincadamente trabalhados. Incorporavam elementos de suas mitologias, como deuses e deusas ou elementos naturais como conchas e animais marinhos.

Os romanos levaram a joalheria a novas alturas de complexidade e difusão. Broches e fivelas não só eram decorativos mas também funcionais, usados para prender as vestimentas.

A evolução dos adornos na Idade Antiga demonstra como esses objetos eram uma fusão de arte, cultura, religião, status social e política.



Figura 3



Figura 4

A invasão dos povos bárbaros, com influência celta, introduziu novas técnicas e estilos na ourivesaria do Império Romano.

IDADE MÉDIA

(476 a 1453)

As vestimentas bizantinas eram ricamente decoradas com ouro, prata, pedras preciosas e pérolas.

A era Cristã popularizou peças utilizando o simbolismo religioso como cruzes e imagens de santos.

Apenas a nobreza tinha o prestígio de usar pedras preciosas e materiais nobres. Existiam leis proibindo ourives de usar materiais falsos.

Pingentes e anéis serviam como amuletos ou continham relíquias sagradas. Pedras eram atribuídas propriedades como proteção e poder.

Anéis continham mensagens de amor, amizade ou lealdade e se popularizaram em cerimônias de noivado.

Rotas comerciais, como a Rota da Seda e as cruzadas, influenciaram a troca de materiais, técnicas, e estilos de adornos entre o Ocidente e o Oriente.

No final do século XV, as jóias começaram a integrar a moda, e o caráter simbólico religioso, na joalheria, começou a enfraquecer, dando lugar a estilos mais focados em estética e status social.

As classes mais baixas tinham acesso limitado a materiais preciosos e técnicas sofisticadas de ourivesaria.

Ferro, estanho e bronze eram usados para fazer itens como broches, anéis e fivelas. Adornos esculpidos em madeira ou feitos de ossos de animais eram relativamente comuns.

Também utilizavam couro, pedras semipreciosas, vidro, cerâmica e materiais naturais como conchas.



Figura 5



Figura 6

IDADE MODERNA

(1453 a 1789)

O Renascimento marca um período de grandes mudanças culturais e sociais, movimento humanista, descobrimentos geográficos e o enriquecimento cultural.

A arte passou a ser uma componente essencial na produção de jóias, resultando em jóias exuberantes e de alta qualidade.

A beleza feminina era especialmente ressaltada, com joias desenhadas para complementar e destacar a aparência das mulheres na sociedade renascentista.

Houve uma fusão de elementos artísticos, culturais e simbólicos que refletiam tanto a diversidade do pensamento da época quanto o status social dos seus portadores.

Como uma reação aos ideais humanistas do Renascimento, surge o Barroco, enfatizando emoções e espiritualidade em contraposição ao racionalismo.

A França estabeleceu-se como o epicentro da moda e da joalheria barroca.

A joalheria tornou-se extremamente luxuosa e rebuscada, caracterizada por seu design assimétrico e o uso abundante de gemas e diamantes.

As peças barrocas eram conhecidas por sua complexidade estilística, com linhas retorcidas e entrelaçadas, criando uma aparência opulenta e muitas vezes redundante. Era um símbolo de poder, status social, crenças religiosas e posições políticas.



Figura 7

IDADE CONTEMPORÂNEA

(1789 até hoje)

Movimento Arts and Crafts (1890 – 1914)

Iniciado na Inglaterra, valorizava o trabalho manual, uma arte "feita pelo povo e para o povo". Valorização do artesanato criativo na produção e ensino do design. As joias eram produzidas manualmente com ênfase na sofisticação e exclusividade, inspiradas na natureza e na arte renascentista.

Art Nouveau (1890 – 1920) movimento artístico buscou evoluir social e artisticamente, com formas naturais e orgânicas, valorizando a criatividade sobre os materiais. A figura feminina era central, com joias que refletiam sensualidade e delicadeza.



Figura 8



Figura 9

Art Decó (1925 – 1932) caracterizado por um design mais simples, elegante e funcional, utilizando novos materiais como ônix, coral e esmaltes. Influenciado pelo Cubismo, Abstracionismo. Coco Chanel popularizou a "joia de imitação", promovendo um visual acessível e moderno para o uso diário, enquanto deixava as joias verdadeiras para ocasiões especiais.

Influência da Segunda Guerra Mundial: a guerra causou uma escassez de materiais e pedras preciosas, fortalecendo o mercado de joias de imitação. A Joia de Coquetel foi um estilo que misturava temas e inspirações da Art Déco e a era industrial, com joias exibindo um mix de curvas voluptuosas e motivos naturais e artificiais. As bijuterias refletiam a moda e os estilos da época, com peças grandes e chamativas que imitavam joias reais. O uso de materiais como lucite e bakelite se popularizou.



Figura 10

Década de 1970: Os cristais, olho-de-tigre, coral, lápis-lazúli e ônix preto ganharam destaque. Novos materiais como titânio e resina de poliéster começaram a ser utilizados, refletindo uma continuação do interesse por joias de imitação devido ao alto custo do ouro. Com o movimento hippie e a cultura pop, as bijuterias se tornaram uma forma de expressão

pessoal, com peças coloridas, naturais e étnicas. Uso de materiais não convencionais como madeira, pedras semipreciosas, metais baratos e plásticos.



Figura 11

Década de 1980: Com a influência do Romantismo, o casamento da Princesa Diana e do Príncipe Charles, reacendeu a sensualidade e feminilidade na moda, influenciado por figuras populares como Madonna. As mulheres passaram a adotar um estilo mais exagerado em seus adornos, com o mercado sendo dominado tanto por joias genuínas quanto por imitações de alta qualidade. Houve uma mistura de estilos retrô com moderno, utilizando materiais sintéticos e metais com banho de ouro.



Figura 12

Década de 1990: Artistas inovadores começaram a unir valores de arte e individualidade em suas criações de joias, refletindo também a inquietação da moda, comércio e indústria da época.

Século XXI: Retomada dos valores e identidades de luxo, buscando diferenciação social. Surgimento e valorização das biojoias, que utilizam materiais naturais e promovem a sustentabilidade. A tecnologia 3D começou a ser usada na produção de bijuterias, permitindo designs complexos e personalizados a um custo menor. Cresceu o interesse por peças artesanais e únicas, valorizando o trabalho manual e os designs autorais. Materiais reciclados, éticos e ecologicamente corretos são cada vez mais utilizados. A influência das redes sociais na moda de bijuterias se fortalece, com tendências e estilos sendo rapidamente disseminados e adotados globalmente.

Índice das Figuras:

Figura 1: Adorno do período Paleolítico
<https://br.pinterest.com/pin/521502831842503427/>

Figura 2: Adornos da Idade do Bronze
<https://universoracionalista.org/um-tesouro-de-joias-da-idade-do-bronze-descoberto-na-polonia-fazia-parte-de-um-antigo-ritual/>

Figura 3: Máscara de Tutankhamon - Idade Antiga
<https://egyptianmuseumcairo.eg/wp-content/uploads/2021/06/Tutankhamon-funerary-mask.jpg>

Figura 4: Broche da Idade Média

Figura 5: Cruz da Idade Média
https://www.suapesquisa.com/respostas_historia/religiao_idade_media.htm#google_vignette

Figura 6: Anel de Noivado da Idade Média

Figura 7 : Broche da Idade Moderna
<https://boulain.wordpress.com/2011/06/26/la-peregrina-a-joia-de-500-anos/>

Figura 8: Jóia estilo Art Craft Britânica
<https://br.pinterest.com/pin/289497082277422941/>

Figura 9: Jóia estilo Art Nouveau
<http://www.joiasdeepoca.com.br/historia-das-joias/idade-moderna/art-nouveau/>

Figura 10: Pulseira de baquelite vazado da década de 1930 a 1940
<https://www.bdttd.uerj.br:8443/bitstream/1/9154/2/Parte%202.pdf>

Figura 11: Adorno dos anos 70
<https://br.pinterest.com/fatimatrivellat/anos-70/>

Figura 12: Adornos dos anos 80
<https://vogue.globo.com/moda/noticia/2015/11/anos-80-decada-volta-moda-com-maxi-acessorios.ghtml>

Referências Bibliográficas:

NEVES, Walter Alves; RANGEL JUNIOR, Miguel José; MURRIETA, Rui Sérgio S. Assim caminhou a humanidade. São Paulo: Pallas Athena, 2015.

SILVA, Rita Caroline da et al. A joia: História, simbolismo e emoções. 2020.

SKODA, Sonia Maria de Oliveira Gonçalves. Evolução da arte da joalheria e a tendência da joia contemporânea brasileira. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Como os metais são obtidos?



Figura 13



Figura 14

Figura 15



Figura 16



Figura 17

OURO (Au)

O ouro é encontrado, predominantemente na forma do metal puro (Au⁰). Como pepitas, grãos, veios de quartzo contendo ouro nativo, e flocos de ouro em depósitos aluviais. Pode ser extraído na forma de garimpo, em depósitos aluviais; Remoção da camada superficial do solo e rocha, nos depósitos próximos a superfície; Escavação de túneis, em depósitos profundos.

As principais jazidas de ouro estão: África do Sul, Estados Unidos, Austrália, Indonésia, Peru, Uzbequistão, Países Baixos, Rússia, República Dominicana, República Democrática do Congo

As principais jazidas de ouro no Brasil são: Pará, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Amapá, Mato Grosso e Maranhão

PRATA (Ag)

A prata pode ser encontrada como metal puro (Ag⁰), combinada com outros elementos como enxofre, arsênio, antimônio e cloro e como subproduto em depósitos de minérios de chumbo, zinco, cobre e ouro. É extraída das rochas através de processos de mineração, trituração, moagem, flotação e lixiviação, seguidos de refinamento para obter prata de alta pureza.

As principais jazidas de prata estão: México, China, Austrália, Rússia, Chile, Bolívia, Polônia, Estados Unidos, Argentina

As principais jazidas de ouro no Brasil são: Minas Gerais, Pará, Goiás, Mato Grosso, Bahia, Amapá

COBRE (Cu)

O cobre é raramente encontrado, na forma do metal puro (Cu⁰). A forma mais comum de ocorrência do cobre é em minerais de sulfeto, óxidos e carbonatos. O cobre é raramente encontrado, na forma do metal puro (Cu⁰). A forma mais comum de ocorrência do cobre é em minerais de sulfeto, óxidos e carbonatos.

FERRO (Fe)

O ferro é encontrado na natureza principalmente na forma de minerais de óxido, sulfeto e carbonato. Os minerais de ferro mais comuns são a hematita (Fe_2O_3), a magnetita (Fe_3O_4), a limonita ($\text{Fe}(\text{OH})\cdot n\text{H}_2\text{O}$) e a siderita (FeCO_3). Extração do ferro é ser realizada em minas a céu aberto ou subterrâneas. Depois, o mineral é triturado e moído para facilitar a separação do ferro dos resíduos, então, beneficiado através de processos como separação magnética, flotação e sinterização para aumentar o teor de ferro e remover impurezas. Finalmente, o minério concentrado é direcionado a processos de redução em altos-fornos, onde é aquecido com coque e calcário para produzir ferro gusa, que pode ser refinado para obter aço ou ferro fundido.

As principais jazidas de prata estão: Austrália, Brasil, China, Rússia, Índia

As principais jazidas de ouro no Brasil são: Minas Gerais, Pará

CROMO (Cr)

O cromo é encontrado na natureza principalmente na forma de minerais como cromita (FeCr_2O_4), que é a principal fonte comercial de cromo. A extração é realizada em minas a céu aberto. Depois o minério é então triturado e concentrado através de métodos como gravidade, separação magnética ou flotação. O cromo puro é obtido através de métodos como a aluminotermia ou a eletrólise.

As principais jazidas de ouro estão: Cazaquistão, África do Sul e Índia

As principais jazidas de ouro no Brasil são: Pará, Goiás, Bahia, Mato Grosso e Minas Gerais.

Extraído das rochas pelos processos de mineração, trituração e moagem, flotação, lixiviação, fundição e refinamento para a purificação do cobre.

As principais jazidas de ouro estão: Chile, Peru, Estados Unidos, China, República Democrática do Congo, Austrália, Rússia, Zâmbia, Canadá, México.

As principais jazidas de ouro no Brasil são: Pará, Goiás, Bahia, Mato Grosso e Minas Gerais.

ZINCO (Zn)

O zinco é encontrado principalmente em minerais de sulfeto, como a esfalerita, e em minerais de carbonato e silicato, como a smithsonita e a willemita. Extraído das rochas pelos processos de mineração, trituração, moagem, flotação, tostagem e lixiviação e eletrólise para purificação do zinco (Zn^0).

As principais jazidas de ouro estão: China, Peru, Austrália, Estados Unidos, Canadá, México, Rússia, Bolívia, Cazaquistão, Irã

As principais jazidas de ouro estão: Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia, Pará, Goiás

NÍQUEL (Ni)

O níquel, é encontrado principalmente na combinação com enxofre, ferro e oxigênio. Ocorre sob duas formas principais de depósitos minerais: sulfeto e laterita. A extração do níquel envolve tanto mineração a céu aberto quanto subterrânea. Utiliza-se os métodos como flotação para minérios de sulfeto e lixiviação ácida ou métodos pirometalúrgicos para minérios de laterita.

As principais jazidas de ouro estão: Indonésia, Filipinas, Rússia, Nova Caledônia, Canadá, Austrália

Pará, Goiás, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso

As principais jazidas de ouro no Brasil são: Pará, Goiás, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso

Índice das figuras:

Figura 13 : Minérios de paládio, platina, rutênio, osmio, ródio e irídio
<https://www.newgreenfil.com/pages/historia-do-paladio>

Figura 14: Minério de ferro
<https://pt.vecteezy.com/fotos-gratis/min%C3%A9rio-de-ferro>

Figura 15: Minério de prata
<https://pratapura.com/2018/02/14/as-maiores-minas-de-prata-do-mundo-sofrem-com-a-queda-na-pureza-do-minerio-e-aumento-dos-custos/>

Figura 16: Ouro nativo
<https://www.preparaenem.com/quimica/ouro.htm>

Figura 17: Minério de cobre
<https://igeologico.com.br/minerio-de-cobre-importancia-tipos-de-depositos-e-curiosidades/>

Referências Bibliográficas:

DUARTE, Hélio A. Ferro-Um elemento químico estratégico que permeia história, economia e sociedade. Química Nova, v. 42, n. 10, p. 1146-1153, 2019.

HARTLEY, Frank R. (Ed.). Chemistry of the platinum group metals: recent developments. 2013.

JUNQUEIRA, Jéssica Sousa Santos; SILVA, Priscila Pereira; GUERRA, Wendell. Ouro. Química Nova na Escola, Brasil, v. 34, p. 45-46, 2012.

KLIAUGA, Andréa Madeira; FERRANTE, Maurício. Metalurgia básica para ourives e designers: do metal à joia. Editora Blucher, 2009.

RODRIGUES, Mônica Aparecida; SILVA, Priscila Pereira; GUERRA, Wendell. Cobre. Química nova na escola, v. 34, n. 3, p. 161-162, 2012.

SINCLAIR, Roderick J. The extractivemet all urgyszinc. The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Spectrum Series Volume Number 13, 2005.

Como se obtêm os metais da Natureza?



Figura 18

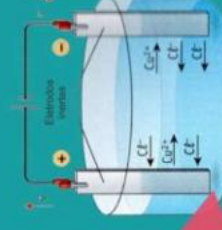


Figura 21

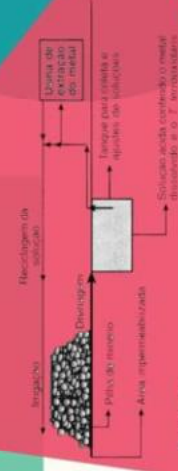


Figura 20

O transporte de metais puros a partir de seus minérios naturais é um processo complexo que envolve uma série de reações químicas e técnicas de processamento. Cada metal possui propriedades químicas e físicas únicas que determinam os métodos específicos de extração e refino.

Antes da utilização dos processos químicos, são utilizados alguns métodos físicos:

- **Mineração a Céu Aberto e Subterrâneo:** extração física de minérios de grande volume da crosta terrestre. A mineração a céu aberto é utilizada para depósitos próximos à superfície, enquanto a mineração subterrânea é utilizada para depósitos profundos.
- **Britagem e Moagem:** redução do tamanho dos minérios extraídos de partículas menores, facilitando a liberação de minerais valiosos para posterior processamento.
- **Classificação e Peneiramento:** separação de materiais triturados com base no tamanho das partículas, utilizando peneiras e classificadores mecânicos.
- **Concentração por Gravidade:** utilização da diferença de densidade entre os minerais valiosos e a gangue (material sem valor) para separá-los. Uso de mesas vibratórias e jiggues.
- **Separação Magnética:** utilização de expansível para separar minerais magnéticos de não magnéticos. Este método é comum na concentração de minérios de ferro.
- **Flotação:** processo físico-químico em que partículas minerais são separadas por sua capacidade de participação nas bolhas de ar em um líquido, facilitando a separação dos minerais valiosos.
- **Decantação e Filtragem:** processos para separação de sólidos de líquidos, permitindo a recuperação de minerais em suspensão ou solução.

- **Secagem:** remoção de umidade da concentração de minerais, geralmente por meio de aquecimento ou uso de ar quente.

Para a obtenção do metal puro, o mineral, depois de passar pelos processos físicos, passa por alguns processos químicos que serão utilizados dependendo das propriedades químicas do elemento.

Lixiviação por cianeto

O processo básico envolve dissolver os metais presentes no minério em uma solução de cianeto, criando complexos solúveis que podem ser posteriormente recuperados e purificados. Pode ser utilizado na obtenção do ouro e da prata.

Eletrólise

A eletrólise é um processo eletroquímico que usa uma corrente elétrica para provocar uma reação química não espontânea. É amplamente utilizado na separação e purificação de metais, bem como na produção de substâncias químicas importantes.

Amalgamação

Este método envolve a utilização de mercúrio líquido, que forma uma mistura ou liga com o metal desejado, conhecido como "amalgama". A mistura é então aquecida para evaporar o mercúrio, deixando o metal puro. Este processo apresenta vários riscos significativos, tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente. O mercúrio pode se depositar no solo, prejudicando a qualidade do solo e tornando-o tóxico para plantas e animais.

Índice das Figuras:

Figura 18 : Formação da platina metálica

<http://www.8metais.com.br/a-formacao-de-complexos-na-quimica-do-refino-de-metals/>

Figura 19: Mineração

<https://www.biologianet.com/ecologia/mineracao.htm>

Figura 20: Processo de lixiviação

<https://www.engquimicasantosp.com.br/2014/10/processo-de-lixivacao.html>

Figura 21: Eletrólise em solução aquosa de cloreto de cobre II

<https://brainly.com.br/tarefa/13235228>

Referências Bibliográficas:

ATKINS, P.; JONES, L.; Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2012

DE MORAIS, Carlos Antônio; DE ALBUQUERQUE, Rodrigo Oscar; LADEIRA, Ana Claudia Queiroz. Processos Físicos e Químicos Utilizados na Indústria Mineral. Cadernos Temáticos Química Nova na Escola, v. 8, p. 9-17, 2014.

Processo de Parkes

O minério contendo chumbo e prata é aquecido até a fusão, criando uma liga fundida de chumbo e outros metais. O zinco é adicionado e se junta a prata formando uma amalgama que é menos densa que o chumbo e flutua sendo removida. A Amalgama é aquecida para vaporizar o zinco, que pode ser recuperado e reutilizado, restando prata pura. Este passo é realizado em um ambiente controlado para evitar a liberação de vapores de zinco tóxicos.

Processo Mond

O Processo Mond, é um método utilizado para a purificação de níquel. Este processo aproveita a capacidade do níquel de formar um composto volátil com monóxido de carbono, o $(Ni(CO)_4)$ tetracarbonil de níquel, que pode ser decomposto para obter níquel de alta pureza.

Refino por Água Régia

Mistura-se ácido nítrico (HNO_3) e ácido clorídrico (HCl) na proporção de 1:3. Solução capaz de dissolver metais nobres, altamente corrosiva. O metal bruto, é adicionado à solução de água régia. O ácido nítrico oxida o metal, enquanto o ácido clorídrico fornece íons cloreto que formam complexos com o metal dissolvido, formando cloretos metálicos solúveis.

A solução resultante contém o metal precioso dissolvido juntamente com outras impurezas. Esta mistura é filtrada para remover sólidos não dissolvidos e resíduos. A solução de cloreto metálico é tratada com um agente precipitante, como o sulfato ferroso ($FeSO_4$) ou o metabissulfito de sódio ($Na_2S_2O_5$), que reduz o cloreto metálico a metal puro.

Por que os metais são misturados?



Figura 22



Figura 23



Figura 25



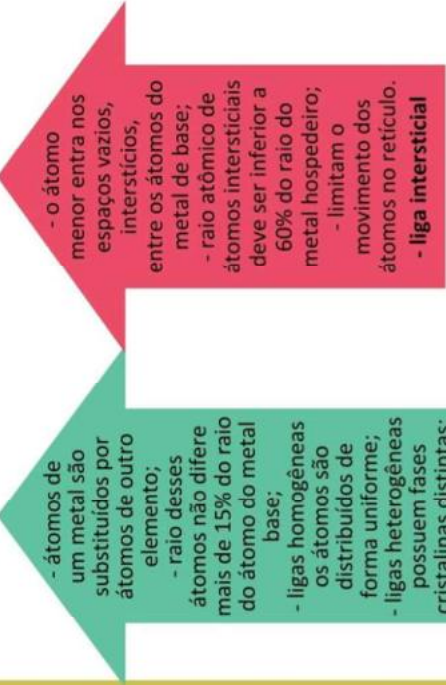
Figura 24

Ligas metálicas são materiais compostos por dois ou mais elementos, sendo pelo menos um deles um metal. De acordo com a estrutura cristalina e do tamanho e textura dos grãos e da composição que de que são formadas, as ligas adquirem propriedades diferentes.



Figura 26

Ligas de átomos com raios: PRÓXIMOS ou MUITO DIFERENTES



- átomos de um metal são substituídos por átomos de outro elemento;
 - raio desses átomos não difere mais de 15% do raio do átomo do metal base;
 - ligas homogêneas os átomos são distribuídos de forma uniforme;
 - ligas heterogêneas possuem fases cristalinas distintas;
 - há pouca distorção na estrutura do cristal original.

- liga substitucional

- o átomo menor entra nos espaços vazios, interstícios, entre os átomos do metal de base;
 - raio atômico de átomos intersticiais deve ser inferior a 60% do raio do metal hospedeiro;
 - limitam o movimento dos átomos no retículo.

- liga intersticial

ZAMAC

COBRE
ZINCO
ALUMÍNIO
MAGNÉSIO



Figura 31



Raio atômico:

128 pm **Cu** 160 pm **Mg**

137 pm **Zn** 143 pm **Al**

Zamac é uma liga metálica de zinco e pequenas quantidades de alumínio, cobre e magnésio. É amplamente utilizada devido à sua facilidade de usinagem, baixo custo e possibilidade de criar peças com detalhes complexos. É leve, mas suficientemente resistente.

O zinco é o responsável pela baixa temperatura de fusão (385°C), o que facilita o processo de fundição, uma boa resistência mecânica e estabilidade dimensional. O alumínio é adicionado em cerca de 4% e melhora a resistência à corrosão, aumenta a rigidez e ajuda a manter a estabilidade dimensional. O cobre, em pequenas quantidades, tem a função de aumentar a resistência mecânica e a dureza da liga. Já o magnésio, em quantidades reduzidas, melhora a resistência à oxidação e aumenta a ductilidade da liga, facilitando o processo de fundição e garantindo a produção de peças com boa definição e acabamento.

AÇO INOXIDÁVEL

FERRO
CARBONO
CROMO
NÍQUEL



Figura 32

O aço é uma liga de ferro e carbono, onde sua a qualidade depende da quantidade de carbono na liga, não ultrapassando 2,11%.

O aço é uma liga de ferro e carbono, onde sua a qualidade depende da quantidade de carbono na liga, não ultrapassando 2,11%.

As ligas de aço inoxidável têm cromo e zinco na mistura além de ferro e carbono em baixa proporção.

A presença do níquel melhora a resistência da liga às altas temperaturas, e também sua ductilidade e soldabilidade.

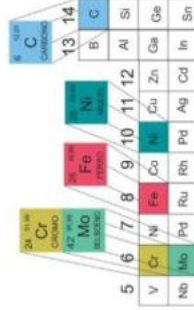
O aço inoxidável mais utilizado é o 304 que possui em sua composição de 17% a 25% de cromo e de 7% a 20% de níquel.

AÇO CIRÚRGICO

FERRO
CROMO
CARBONO
MOLIBDÊNIO
NÍQUEL



Figura 33



Aço cirúrgico é um tipo de aço inoxidável, altamente resistente a corrosão, onde variam as concentrações de níquel cromo e molibidênio.

Aço cirúrgico é um tipo de aço inoxidável, altamente resistente a corrosão, onde variam as concentrações de níquel cromo e molibidênio. O aço 316 possui 16% cromo, 10 % Níquel e adição complementar de 2% de molibidênio é melhor para ser usado na fabricação de bijuterias.

O molibidênio, confere ao aço alta resistência à corrosão e com soldabilidade, facilitando a fabricação. Essa liga é mais rígida que a prata, não desbota, reduz as chances de alergias, tem brilho de alta durabilidade e super fácil de limpar. O aço 316, aceita gravação de nomes e desenhos.

Raio atômico:

126 pm **Fe**

139 pm **Mo**

124 pm **Ni**

128 pm **Cr**

70 pm **C**

Índice de figuras:

Figura 22: Bijuterias

https://pt.linkedin.com/posts/softmetais_solda-soldagem-hidr%C3%A1ulica-activity-7150919653895168000-6Chs

Figura 23: Broche de prata

<https://pixabay.com/pt/illustrations/broche-metal-prata-pingente-2133460/>

Figura 24: Alianças de ouro

<https://pixabay.com/pt/illustrations/uma-pe%C3%A7a-de-joalheria-anel-brilhando-3213765/>

Figura 25: Fundição do ouro

<https://pixabay.com/pt/illustrations/ouro-barras-de-ouro-fortuna-8762414/>

Figura 26: Fechos de lagosta para joalheria

<https://pt.aliexpress.com/>

Figura 27: Anéis de diamantes e ouro

<https://pixabay.com/pt/illustrations/argolas-an%C3%A9is-de-diamante-5579158/>

Figura 28: Pulseira de prata

<https://pixabay.com/pt/illustrations/argolas-an%C3%A9is-de-diamante-5579158/>

Figura 29: Anel de latão

<https://www.crazy-factory.com/pt/p/Bijuteria/Pendentes/P-DP1658/Pendente-para-colares/>

Figura 30: Pendente de peltre

<https://www.crazy-factory.com/pt/p/Bijuteria/Pendentes/P-DP1658/Pendente-para-colares/>

Figura 31: Piercing de aço cirúrgico

<https://www.bubgji.com.br/piercings/piercing-basico-barbel-aco-cirurgico-316>
<https://www.camargomarchiori.com.br/colares/colar-em-resinas-e-aneis-abs-pingente-em-zamac-bijuteria-fina-camargomarchiori-cx-5784>

As imagens das tabelas periódica foram feitas no Corel pela autora.

Referências Bibliográficas:

- ATKINS, P.; JONES, L.; Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2012
- CASCAIS, Juliana Bizarro. A gestão e conservação de artefatos arqueológicos metálicos: o caso da intervenção arqueológica realizada na Residência Conselheiro Francisco Antunes Maciel–Pelotas, RS. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.
- CASTRO, Geovane Martins. Estudo da oxidação a quente no aço inoxidável ferrítico ABNT 430. 2005.
- KLIAUGA, Andréa Madeira; FERRANTE, Maurício. Metalurgia básica para ourives e designers: do metal à joia. Editora Blucher, 2009.
- RICK, Cristiane Fonseca et al. Estudo da liga à base de Zn-Al-Cu-Mg aplicada na fabricação de joias folhadas. 2006.

Por que as peças sofrem oxidação?



JÁ USOU UM ADORNO DE PRATA E APÓS ALGUM TEMPO DE USO ELE FICOU ESCURO?

JÁ USOU UMA BIJUTERIA E SUA PELE FICOU ESVERDEADA?

Isso acontece porque o metal sofreu oxidação.

Embora o termo oxidação tenha sido usado para descrever o uma reação com o oxigênio se combinando com outras substâncias, atualmente o termo se refere a outros tipos de reações com as mesmas características. Lembrando que quando um substância sofre oxidação (perda de elétrons) outra substância sofre redução (ganho de elétrons).

No dia a dia os fatores que mais facilitam a oxidação dos adornos são: ar atmosférico (oxigênio), umidade (água), suor (solução salina) e a poluição atmosférica (enxofre).



As equações A, B, C e D representam a formação da ferrugem, que nada mais é do que a oxidação do ferro, na presença de oxigênio e água. A equação A demonstra a oxidação do ferro de 0 (zero) para +2, perdendo 2 elétrons que são usados na redução do oxigênio dissolvido na água que ganha esses elétrons sofrendo redução, passando de 0 (zero) para -2. O somatório das equações A e B resulta na equação C. Com a presença de mais oxigênio o ferro sofre nova oxidação, de +2 para +3, como mostrado na equação D, e oxigênio se reduz de 0 (zero) para -2.

Como visto no capítulo anterior, adicionando átomos de outros elementos no metal base é possível fazer algumas alterações nas propriedades dele. Assim surgiu o aço para tornar os materiais de ferro mais duráveis. E para aumentar a resistência do ferro a oxidação surgiu o aço inoxidável que, além do carbono

possui também em sua composição o cromo, além de outros elementos. E é o cromo que ajuda a proteger o material da oxidação, porque formam uma fina camada de óxido de cromo conhecida como “camada passiva”. Essa camada possui uma forte aderência ao metal, protegendo o metal do contato direto com o meio agressivo protegendo contra a oxidação e, quando danificada, por exemplo, devido a um arranhão, ela pode se auto-regenerar.

No caso das joias de pratas escurecerem, se deve ao fato de uma reação com o enxofre e não com o oxigênio.

Isso acontece porque a prata reage facilmente com o enxofre formando o Ag_2S que torna-se preta com o passar do tempo. No suor encontra-se uma aminoácido chamado cisteína que na presença da água forma ácido sulfídrico (H_2S) que reage com a prata formando o Ag_2S . Esse processo chama-se oxidação. A prata metálica (Ag^0) passa para Ag^+ , perdendo 1 elétron, aumentando seu número de oxidação de 0 para +1. Enquanto isso o oxigênio do ar (O_2) sofre redução, passando de O^0 para O^{2-} , ganhando 2 elétrons, reduzindo o número de oxidação de 0 para -2, como demonstrado na equação a seguir:



Como já foi visto anteriormente é comum usar o cobre nas ligas usadas para fazer joias, semi-joias e bijuterias, e é o cobre um dos principais causadores de deixar a pele verde. A exposição desse metal à atmosfera normal faz com que ocorra a formação de uma pátina, que é formada por alguns sais de cobre como sulfetos, sulfatos e cloretos. A pátina é o revestimento verde que se forma na superfície do cobre e é visível em monumentos de cobre ou bronze, como a Estátua da Liberdade. Embora a pátina seja um sinal de oxidação, ela também serve como uma camada protetora, impedindo a corrosão mais profunda do cobre. Quando o metal entra em contato direto com a pele, essa pátina pode ser transferida, especialmente em áreas onde a pele está suada ou úmida.

O ouro é um dos metais mais nobres e, em condições normais, ele não reage com o oxigênio, não se oxida. Por isso, é possível encontrar o ouro na sua forma nativa, sem estar ligado a outros elementos. O ouro está localizado no 6º período da

família 11, da tabela periódica, possui alta densidade por causa da contração lantanídica, possuindo mesmo raio atômico que a prata que se encontra no 5º período na mesma família, possui mais massa num volume menor, o que explica os elétrons da camada de valência não estarem facilmente disponíveis, por estarem próximos ao núcleo, sendo pouco reativo. O mesmo acontece com a platina, do mesmo período.

Índice das Figuras:

As figuras na capa do capítulo são peças de bijuterias que se oxidaram com o tempo. Fotos da autora.

Referências Bibliográficas:

ATKINS, P.; JONES, L.; Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2012

CASTRO, Geovane Martins. Estudo da oxidação a quente no aço inoxidável ferrítico ABNT 430. 2005.

MERCON, Fábio; GUIMARÃES, Pedro Ivo Canesso; MAINIER, Fernando Benedicto. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. Química Nova na Escola, v. 33, n. 1, p. 57-60, 2011.

SARTORI, Elen Romão; BATISTA, E. F.; FATIBELLO-FILHO, Orlando. Escurecimento e limpeza de objetos de prata-um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. Química Nova na Escola, v. 30, p. 61-65, 2008.

SILVA, Hugo Antonio Cavalcanti. Corrosão do cobre, as cores da pátina: um estudo integrador entre os materiais e a arte no processo de ensino-aprendizagem de ciência. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso.

Galvanoplastia, banho de ouro ou folheamento?



Figura 32

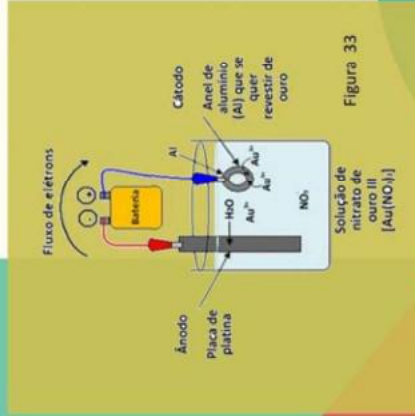


Figura 33

CAMADAS DO BANHO DE ORO



Figura 34

CAMADAS EM BANHO DE OURO



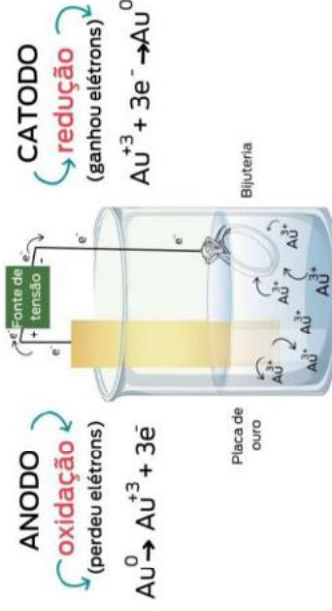
Figura 35

No capítulo anterior foi mostrado que alguns metais são suscetíveis a oxidação, e para protegê-los existem várias técnicas. No caso das bijuterias, que são mais baratas pela utilização de metais de baixo custo, que oxidam facilmente, é comum revestir essas peças com um metal mais resistente aumentando a durabilidade das peças. Esse revestimento é feito por um processo eletroquímico, chamado galvanoplastia.

As reações de oxi-redução que ocorrem espontaneamente geram energia elétrica, mas as reações que ocorrem na galvanoplastia não ocorrem, desse modo é necessário fornecer uma energia elétrica para que a reação ocorra e, esse processo é chamado de eletrólise.

O objetivo de usar esse processo não se limita a proteção, é muito usado também na estética das peças. O metal que reveste a peça pode alterar a cor e dar mais brilho, além da protegê-la.

Galvanoplastia



A galvanoplastia que consiste na passagem de uma corrente elétrica por um sistema contendo uma solução do metal que será depositado, para revestir, e dois eletrodos: uma placa do mesmo metal que se encontra na solução em forma de íons e o objeto que precisa de revestimento.

O objeto que será revestido é colocado no cátodo, polo negativo, onde ocorrerá a redução dos íons, em solução, do metal que irá revestir a peça, passando, nesse caso de +3 para 0 (zero).

No polo positivo, anodo, fica a placa do metal de revestimento, onde ocorrerá a oxidação. Essa placa será corroída, já que o metal está perdendo elétrons, passando de 0 (zero) para +3.



https://youtu.be/KZByZWMHRd4?si=FFm2xkQV_Ej5_hQI

Banho de ouro

O banho de ouro ou de outro metal, como prata, ródio e outros é um processo de galvanoplastia, mas a peça a ser revestida recebe uma fina camada do outro metal.

Uma peça revestida por esse tipo de banho tem menor durabilidade. A camada de revestimento pode ser desgastada com mais facilidade.

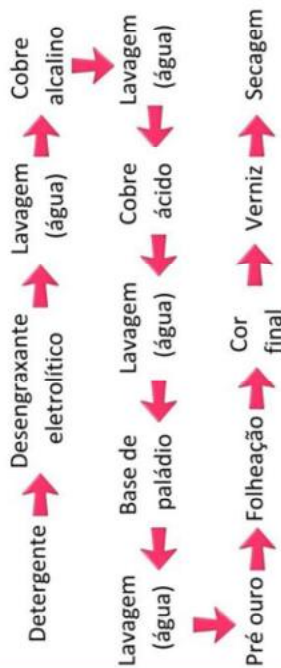
Folheamento

O folheamento também é um processo de galvanoplastia mas, nesse caso a espessura da camada do metal de proteção é mais grossa, possibilitando uma maior durabilidade a peça.



<https://youtu.be/3Ka6oDQhco0?si=USTHrhbHRXJbswS>

Esquema do proceso de folheamento



Índice das Figuras:

Figura 32: Fecho vintage
<https://brilharty.com.br/copia-restauracoes>

Figura 33: Esquema de Eletrólise
<https://www.preparaenem.com/quimica/galvanoplastia.htm>

Figura 34: Camadas do banho de prata
<https://br.pinterest.com/fcjoiaslimeira/nossas-cores/>

Figura 35: Camadas do banho de ouro
<https://www.preparaenem.com/quimica/galvanoplastia.htm>

Referências Bibliográficas:

ATKINS, P.; JONES, L.; Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2012.

ANDRIGHI, Nicolas. Avaliação de processo de folheação em ouro isento de cádmio. 2021. Monografia (Graduação em Eng. Química) - UNIVATES

SANTOS, Mateus Sales dos et al. Bijuterias. 2005

<https://fcjoias.com.br/servicos/processo-productivo>, acessado em 14 de outubro de 2024

As bijuterias podem ser perigosas?



Bijuterias de baixo custo podem apresentar vários perigos para a saúde humana e o meio ambiente devido à presença de metais tóxicos, alergênicos, qualidade inferior e impacto ambiental negativo. Geralmente têm baixa durabilidade, o que pode levar a quebra fácil e risco de ingestão acidental, especialmente perigoso para crianças.

Cádmio (Cd)

O cádmio (Cd) é um elemento químico pertencente ao grupo 12 da tabela periódica, com número atômico 48. Ele foi descoberto em 1817. metal é relativamente raro na natureza. É usado na produção de ligas metálicas e revestimentos. O cádmio é altamente tóxico para seres humanos e organismos vivos em geral. Mesmo em pequenas concentrações, ele pode causar uma série de danos à saúde

As principais formas de exposição ao cádmio são pela via pulmonar, ingestão ou contato prolongado com objetos contendo esse metal. Embora a absorção cutânea (pela pele) seja baixa, as bijuterias que contêm cádmio podem liberar partículas do metal que são inaladas ou ingeridas acidentalmente, especialmente em crianças que colocam esses objetos na boca.

Problemas nos rins e fígado: O cádmio pode se acumular nesses órgãos e causar danos a longo prazo.

Comprometimento do sistema respiratório: A exposição prolongada pode levar a doenças pulmonares crônicas. Fragilidade óssea: O cádmio interfere na absorção de cálcio, contribuindo para a osteoporose.

Efeitos reprodutivos e no desenvolvimento: Pode afetar a saúde dos ovários e causar defeitos no desenvolvimento em fetos.

Chumbo (Pb)

O chumbo (Pb) é um metal pesado de número atômico 82, presente na família 14 da tabela periódica e é muito abundante na natureza. É o metal não-ferroso mais usado na indústria e reconhecido como um dos elementos químicos mais perigosos para a saúde humana. É um elemento tóxico não essencial que se acumula no organismo e pode causar efeitos adversos graves, mesmo em baixas concentrações.

Em bijuterias de baixo custo, o chumbo é frequentemente utilizado como componente para dar peso e melhorar a aparência das peças, imitando metais mais nobres. O uso desse metal é particularmente problemático, pois ele pode liberar partículas tóxicas que podem ser inaladas ou ingeridas, levando a sérios riscos à saúde, especialmente em crianças.

O chumbo interfere no desenvolvimento cerebral e é particularmente perigoso para crianças, causando atraso no desenvolvimento cognitivo, problemas de aprendizado e alterações de comportamento. A exposição ao chumbo está associada a aumentos na pressão arterial e riscos maiores de doenças cardíacas. O acúmulo de chumbo pode danificar os rins e o fígado, comprometendo suas funções de forma irreversível em exposições prolongadas. O chumbo pode causar infertilidade tanto em homens quanto em mulheres, além de ser um fator de risco para abortos espontâneos e problemas no desenvolvimento fetal.



Níquel (Ni)

O níquel (Ni) é um metal de transição de número atômico 28 da família 10 da tabela periódica. É amplamente utilizado devido à sua alta resistência à oxidação, o que o torna ideal para a produção de revestimentos protetores em peças metálicas. Esse metal é comum em ligas ferrosas e não ferrosas, sendo utilizado em processos como a galvanoplastia (niquelagem), que envolve o uso de sais de níquel para revestir e proteger peças de metal.

A exposição ao níquel pode ocorrer de várias maneiras, sendo as mais comuns o contato direto com objetos contendo o metal, como joias, moedas e utensílios de aço inoxidável. Aproximadamente 170 µg de níquel são ingeridos diariamente através da alimentação, mas o contato prolongado com bijuterias contendo níquel é uma fonte adicional de exposição. Embora a absorção pela pele seja relativamente baixa, em indivíduos sensíveis, o níquel pode penetrar e desencadear reações adversas.

O níquel é amplamente reconhecido como um agente sensibilizante, causando uma alta prevalência de dermatite de contato — uma reação alérgica na pele que afeta grande parte da população. A toxicidade do níquel depende também de sua forma química. Compostos solúveis, como os sais de níquel, são rapidamente absorvidos pelo organismo e eliminados pela urina, enquanto compostos insolúveis, como os óxidos de níquel, tendem a se acumular nos pulmões, aumentando o risco de câncer pulmonar em exposições prolongadas.



Impacto ambiental

- A produção de joias e bijuterias gera significativos impactos ambientais devido ao uso de metais pesados, produtos químicos tóxicos e alto consumo de água e energia.
- Processos como fundição e galvanoplastia liberam poluentes no ar, água e solo, incluindo metais pesados como níquel, cobre e prata, além de ácidos e cianetos, que podem contaminar ecossistemas aquáticos e prejudicar a saúde humana.
- A gestão inadequada de resíduos sólidos e efluentes agrava esses impactos, exigindo medidas de controle e adoção de práticas de produção mais limpa.

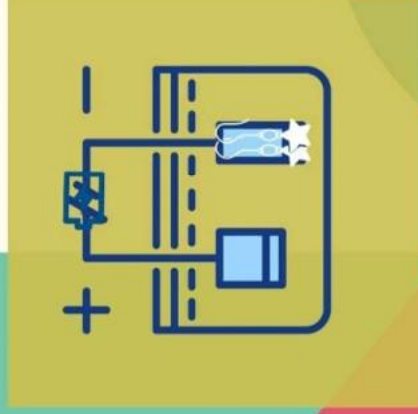
Índice das Figuras:

As figuras na capa do capítulo foram retiradas do programa de edição do documento ou editadas pela autora.

Referências Bibliográficas:

- ANDRADE, Fernanda et al. Quantificação de cádmio e chumbo em bijuterias. 2015.
- ATKINS, P.; JONES, L.; Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2012
- PAIS, Ariane R. et al. Determinação de cádmio em bijuterias oriundas da China. Química Nova, v. 41, n. 10, p. 1218-1225, 2018.
- SANTOS, Mateus Sales dos et al. Bijuterias. 2005

Como proteger as bijuterias?



GALVANOPLASTIA**VERNIZES E ESMALTES**

- mais eficiente
- maior durabilidade
- custo muito elevado

- eficiência reduzida
- pouco durável
- baixo custo

Na internet há vários vídeos exemplificando esses métodos citados, inclusive da galvanoplastia. A utilização de vernizes e esmaltes é de fácil reprodução, já a galvanoplastia é um processo mais complicado mas também pode ser replicado e há kits sendo vendidos na rede, mas é um processo de um custo muito elevado.

DICAS DE CONSERVAÇÃO DE BIJUTERIAS

- Limpar as peças após o uso. Eliminar resquícios de creme, perfumes, oleosidade e sujeira.
- Guardar cada peça separadamente. Evita que uma peça enrole na outra ou arranhe com o atrito.
- Evitar contato com a água e produtos químicos. Passar perfumes e cremes, esperar secar e depois colocar as bijuterias.
- evitar molhar as peças. Seja no banho, no mar ou na piscina, o cloro e o sal podem descolorir as peças.
- Manter em locais secos. A umidade é o maior vilão na oxidação das bijuterias.

Índice das Figuras:

As figuras do capítulo foram retiradas do programa de edição do documento ou editadas pela autora.

Referências Bibliográficas:

<https://revistamarieclaire.globo.com/moda/noticia/2023/04/5-dicas-espertas-para-manter-bijuterias-sempre-novas.ghtml>, acessado em 26/10/2024

<https://francogalvanica.com.br/verniz-de-semijoias/>, acessado em 25/10/2024

Como abordar esse tema em sala de aula?



Seguem algumas dicas para abordar a química a partir do tema joias e bijuterias.

Perguntar aos alunos se eles já ficaram com a pele verde após usar uma bijuteria ou se alguma bijuteria já ficou escura, pode ser o início para introduzir os conceitos de oxidação. Caso o aluno responda que nunca aconteceu porque ele passa esmalte pra proteger, pode-se perguntar porque ele precisa fazer isso.

Pode-se pedir ao aluno que pesquise o valor de uma joia e mais ou menos o mesmo modelo de uma bijuteria. A partir da diferença dos valores é possível abordar a importância dos metais, sua abundância na natureza, sua localização na tabela periódica, propriedades dos metais, etc.

Usando da metodologia da aprendizagem através de problemas, seguem algumas questões que podem ser colocadas para os alunos: “Como os processos eletroquímicos influenciam a fabricação e a durabilidade das joias?” ou “Quais são os efeitos do descarte inadequado de bijuterias no meio ambiente?”

Fazer uma experiência é sempre uma maneira de envolver o aluno e mostrar na prática a teoria. No artigo “**A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos**” de Cinthia G. Zimmer da Revista química nova na escola, encontra-se uma proposta de experimento em sala de aula que consiste na galvanoplastia de uma bijuteria.

Índice das Figuras:

As figuras do capítulo foram retiradas do programa de edição do documento ou editadas pela autora.

Referências Bibliográficas:

ZIMMER, Cinthia G. A química do banho de ouro em bijuterias: uma proposta de ensino baseada nos Três Momentos Pedagógicos. Química Nova na Escola, v. 44, n. 1, p. 76-80, 2022.