



GOVERNO DE
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
E CIÊNCIA

METAS CURRICULARES DE QUÍMICA

12.º ano

Versão para discussão pública
Novembro de 2013

Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias

Autores

Carlos Fiolhais, Isabel Festas, Helena Damião (coordenação)

António José Ferreira
Fernanda Braguez
Maria Goreti Matos
Sérgio Rodrigues (coordenação científica)

Índice

Introdução	2
Conteúdos e objetivos gerais	4
<i>Metais e ligas metálicas</i>	4
• Estrutura e propriedades dos metais	4
• Degradação dos metais	4
• Metais ambiente e vida	5
<i>Combustíveis, energia e ambiente</i>	6
• Combustíveis fósseis: o carvão, o crude e o gás natural	6
• De onde vem a energia dos combustíveis	6
<i>Plásticos, vidros e novos materiais</i>	7
• Os plásticos e os materiais poliméricos	7
• Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros	7
• Novos materiais	7
Metas curriculares	8
♦ <i>Metais e ligas metálicas</i>	8
♦ <i>Combustíveis, energia e ambiente</i>	14
♦ <i>Plásticos, vidros e novos materiais</i>	16
Metas específicas das atividades laboratoriais e das atividades de projeto laboratorial	18
AL 1.2. Um ciclo de cobre	18
APL 1. Construção de uma pilha com diferença de potencial determinada	18
AL 1.3. Corrosão e proteção de metais	18
AL 1.5. A cor e a composição quantitativa de soluções com iões metálicos	19
AL 1.6. Funcionamento de um sistema tampão	19
AL 2.1. Destilação fracionada de uma mistura de três componentes	19
AL 2.3. Determinação da entalpia de neutralização da reação $\text{NaOH (aq)} + \text{HCl (aq)}$	19
AL 2.5. Determinação da entalpia de combustão de diferentes álcoois	20
APL 2. Produção de um biodiesel a partir de óleos alimentares queimados	20
AL 3.1. Identificação de plásticos por testes físico-químicos	20
AL 3.6. Sintetizar polímeros	20

Introdução

Este documento apresenta as metas curriculares da disciplina de Química, 12.º ano, do curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias, cujo atual Programa foi homologado em 2004. Segundo o Despacho n.º 15971/2012, de 14 de dezembro, as metas curriculares “identificam a aprendizagem essencial a realizar pelos alunos [...] realçando o que dos programas deve ser objeto primordial de ensino”. Este documento traduz, portanto, o essencial das aprendizagens que os alunos devem alcançar.

Os objetivos gerais estão pormenorizados por descritores, organizados por domínios e subdomínios de acordo com a seguinte estrutura

▪ Domínio

Subdomínio

Objetivo geral

1. Descritor
2. Descritor

As metas curriculares foram definidas a partir de uma seleção criteriosa de conteúdos do referido Programa os quais foram organizados em três domínios, que correspondem às unidades temáticas, e em subdomínios, que são subtemas dessas unidades. Esta seleção, decorrente da diminuição da carga horária semanal da disciplina, imposta pela portaria n.º 243/2012 de 10 de agosto, atendeu a uma distribuição de conteúdos pelas três unidades do Programa e à importância destes para a ampliação de conhecimentos e o prosseguimento de estudos pelos alunos. Fez-se também uma seleção de Atividades Laboratoriais (AL), tendo-se mantido a numeração das mesmas conforme constam do programa, e foi ainda tida em conta a necessidade de harmonização com o novo Programa de Física e Química A.

A sequência de domínios, objetivos e descritores respeita a sequência dos conteúdos do Programa de 2004 e para alguns subdomínios mais extensos enunciaram-se mais do que um objetivo geral. As sugestões de operacionalização são as que constam desse mesmo Programa.

Apresenta-se a seguir uma tabela com os domínios, subdomínios e as atividades laboratoriais selecionadas.

Domínios	Subdomínios	Atividades laboratoriais
Metais e ligas metálicas	Estrutura e propriedades dos metais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AL 1.2 – Um ciclo do cobre
	Degradação dos metais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AL 1.3 – Corrosão e proteção de metais ▪ APL – Construção de uma pilha com diferença de potencial determinada
	Metais, ambiente e vida	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AL 1.5 – A cor e a composição quantitativa de soluções com iões metálicos ▪ AL 1.6 – Funcionamento de um sistema tampão
Combustíveis e ambiente	Combustíveis fósseis: o carvão, o crude e o gás natural	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AL 2.1 – Destilação fracionada de uma mistura de três componentes ▪ APL – Produção de um biodiesel a partir de óleos alimentares queimados
	De onde vem a energia dos combustíveis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AL 2.3 – Determinação da entalpia de neutralização da reação $\text{NaOH(aq)} + \text{HCl(aq)}$ ▪ AL 2.5 – Determinação da entalpia de combustão de diferentes álcoois
Plásticos, vidros e novos materiais	Os plásticos e os materiais poliméricos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AL 3.1 – Identificação de plásticos por testes físico-químicos
	Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AL 3.6 – Síntese de polímeros
	Novos materiais	

Conteúdos e objetivos gerais

Apresenta-se, em seguida, a sequência dos conteúdos, incluindo as atividades laboratoriais, por domínio e subdomínio.

Metais e ligas metálicas

• Estrutura e propriedades dos metais

Objetivo geral

Compreender a estrutura e as propriedades dos metais e reconhecer a importância das ligas metálicas, por se poder controlar a sua composição e, conseqüentemente, “desenhar” as suas propriedades.

Conteúdos

- Um outro olhar sobre a Tabela Periódica dos elementos
 - a importância dos metais em ligas e compostos
 - os elementos metálicos na Tabela Periódica (blocos *s*, *p*, *d* e *f*)
 - os metais de transição: a especificidade das orbitais *d*
 - os metais de transição interna e as orbitais *f*
- Ligação química nos metais e noutros sólidos
 - ligação metálica
 - propriedades características dos metais: brilho, maleabilidade, ductilidade, condutividade térmica e elétrica
 - sólidos metálicos *versus* outros tipos de sólidos (iônicos, covalentes, moleculares)
 - ligas metálicas
 - reciclagem de metais
 - AL 1.2 – Um ciclo do cobre

• Degradação dos metais

Objetivo geral

Consolidar e ampliar conhecimentos sobre reações de oxidação-redução e aplicá-los na interpretação da corrosão e proteção dos metais, reconhecendo a importância do meio. Reconhecer que a transferência de eletrões nas reações de oxidação-redução está associada à energia elétrica e que a reatividade dos metais pode ser quantificada na forma de série eletroquímica.

Conteúdos

- Corrosão: uma oxidação indesejada
 - a corrosão como uma reação de oxidação-redução
 - a importância do meio nas reações de oxidação-redução
- Pilhas e baterias: uma oxidação útil
 - as pilhas como fonte de energia
 - a reatividade dos metais e o potencial padrão de eletrodo
 - a espontaneidade das reações redox
 - APL– Construção de uma pilha com diferença de potencial determinada

- Proteção de metais
 - as ligas metálicas e a resistência à corrosão
 - a proteção catódica
 - proteção de superfície: galvanoplastia e anodização
 - AL 1.3 – Corrosão e proteção de metais

• **Metais ambiente e vida**

Objetivo geral

Conhecer métodos de obtenção de metais a partir de minérios, compreendendo a transformação de um composto metálico em metal como um processo de oxidação-redução. Reconhecer a importância dos metais no ambiente e no organismo humano, designadamente na forma de complexos e no papel de catalisadores.

Conteúdos

- Dos minerais aos materiais metálicos
 - os minerais como fonte de metais: óxidos e sulfuretos
 - processos mais utilizados na extração de metais
 - extração por redução: métodos químicos e eletrolíticos
 - a eletrólise: uma reação química forçada
- Metais, complexos e cor
 - complexos e compostos de coordenação
 - iões complexos no quotidiano
 - a cor nos complexos
 - AL 1.5 – A cor e a composição quantitativa de soluções com iões metálicos
- Os metais no organismo humano
 - a vida e os metais: metais essenciais e metais tóxicos
 - a hemoglobina e o transporte de gases no sangue
 - o caso do CO₂ indispensável: efeito tampão
 - grau de ionização (ou de dissociação) e força de ácidos e bases
 - propriedades ácidas ou básicas das soluções de sais
 - soluções tampão
 - o poder tampão do CO₂ no sangue
 - variação do pH por adição de ácidos e bases a soluções: titulações ácido-base
 - AL 1.6 – Funcionamento de um sistema tampão
- Os metais como catalisadores
 - a importância dos catalisadores na vida e na indústria
 - catalisadores biológicos: enzimas e catálise enzimática
 - catálise homogénea e catálise heterogénea
 - mecanismo de catálise: estado de transição e energia de ativação

Combustíveis, energia e ambiente

• Combustíveis fósseis: o carvão, o crude e o gás natural

Objetivo geral

Compreender que os plásticos, formados por macromoléculas, são os principais constituintes dos plásticos. Reconhecer que os plásticos são materiais não-naturais que podem ser moldados de várias formas.

Conteúdos

- Do crude ao Gás de Petróleo Liquefeito (GPL) e aos fuéis: destilação fracionada e *cracking* do petróleo
 - destilação fracionada do crude
 - *cracking* catalítico
 - uso de zeólitos como catalisadores nas reações de *cracking*
 - alcanos, cicloalcanos, alcenos e alcinos: nomenclatura.
 - álcoois e éteres: nomenclatura
 - o benzeno e outros hidrocarbonetos aromáticos
 - isomeria:
 - de cadeia e de posição nos alcanos e nos álcoois
 - de grupo funcional entre álcoois e éteres
 - geométrica em alcenos
 - AL 2.1 – Destilação fracionada de uma mistura de três componentes
- Os combustíveis gasosos, líquidos e sólidos
 - gases reais e gases ideais
 - a equação dos gases ideais
 - tipos de forças intermoleculares em diferentes interações moleculares
 - as forças intermoleculares e os estados físicos das substâncias
 - como variam as propriedades físicas dos alcanos em função da cadeia carbonada
 - APL – Produção de um biodiesel a partir de óleos alimentares queimados

• De onde vem a energia dos combustíveis

Objetivo geral

Ampliar conhecimentos sobre energia envolvida nas reações químicas e compreender a relação entre a estrutura de alguns combustíveis e o seu “poder calorífico”.

Conteúdos

- Energia, calor, entalpia e variação de entalpia
 - entalpia e variação de entalpia de uma reação
 - variações de entalpia de reação: convenção de sinais e condições padrão; entalpia padrão
 - diagrama de energia associado a uma reação química
 - variações de entalpia associadas a diferentes tipos de reações: entalpia padrão de combustão e entalpia padrão de formação
 - cálculo da entalpia de uma reação a partir das entalpias de formação: lei de Hess ou da aditividade das entalpias padrão de reação
 - a energia dos combustíveis e a entalpia de combustão
 - quantidade de oxigénio na molécula de um combustível *versus* energia libertada na

- combustão
- “poder calorífico” de um combustível em função do número de átomos de carbono da cadeia e da posição da função álcool
 - AL 2.3 – Determinação da entalpia de neutralização da reação $\text{NaOH (aq)} + \text{HCl (aq)}$
 - AL 2.5 – Determinação da entalpia de combustão de diferentes álcoois.

Plásticos, vidros e novos materiais

• Os plásticos e os materiais poliméricos

Objetivo geral

Compreender que os polímeros, formados por macromoléculas, são os principais constituintes dos plásticos. Reconhecer que os plásticos são materiais não-naturais com capacidade de serem moldados em várias formas.

Conteúdos

- O que são polímeros: macromolécula e cadeia polimérica
- O que são materiais plásticos
- Termoplásticos e plásticos termofixos (comportamento perante o aquecimento e sua relação com a estrutura)
- Polímeros naturais, artificiais e sintéticos (matérias primas e suas fontes)
 - AL 3.1 – Identificação de plásticos por testes físico-químicos

• Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros

Objetivo geral

Compreender como se obtêm polímeros sintéticos e reconhecer que a sua estrutura determina as suas propriedades.

Conteúdos

- Obtenção de polímeros sintéticos: monómeros e reações de polimerização
- Homopolímeros e co-polímeros
- Monómeros e grupos funcionais: álcoois, ácidos carboxílicos, cloretos de acilo, aminas, amidas, éteres, ésteres, aldeídos e cetonas.
- Polímeros de condensação: reações de polimerização de condensação
- Polímeros de adição: reações de adição de polimerização (iniciação, propagação e finalização)
- A reciclagem de plásticos
 - AL 3.1 – Sintetizar polímeros

• Novos materiais

Objetivo geral

Conhecer o que são biomateriais e as suas aplicações e reconhecer as vantagens e limitações da utilização de materiais de base sustentada.

Conteúdos

- O que são biomateriais e suas aplicações
- Materiais de base sustentável

Metas curriculares

◆ *Metais e ligas metálicas*

1. Estrutura e propriedades dos metais

Compreender a estrutura e as propriedades dos metais e reconhecer a importância das ligas metálicas, pelo facto de se poder controlar a sua composição e, conseqüentemente, “desenhar” as suas propriedades.

1.1. Um outro olhar sobre a Tabela Periódica dos elementos

1. Dar exemplos do uso e aplicações de metais em situações diversas do quotidiano e em atividades profissionais.
2. Concluir que os metais são uma matéria-prima muito utilizada e discutir a sua importância tecnológica e económica.
3. Comparar os elementos metálicos e não-metálicos pelo tipo de iões que formam predominantemente.
4. Associar afinidade eletrónica à energia envolvida na captação de uma mole de eletrões por uma mole de átomos no estado fundamental, usando a substância no estado gasoso.
5. Identificar os elementos metálicos como aqueles que apresentam baixa energia de ionização e os não metálicos como aqueles que apresentam elevada afinidade eletrónica.
6. Relacionar as posições dos elementos metálicos na Tabela Periódica com as configurações eletrónicas dos respetivos átomos.
7. Caracterizar as orbitais atómicas *d* e *f* quanto ao número.

1.2. Ligação química nos metais e noutros sólidos

1. Interpretar a ligação metálica como resultado da partilha de eletrões de valência deslocalizados entre os átomos do metal, relacionando a estabilidade da ligação com as interações entre esses eletrões e os iões (núcleos e eletrões interiores).
2. Associar a ocorrência de ligação metálica a átomos que apresentam baixa energia de ionização, várias orbitais de valência vazias e um número de eletrões de valência menor do que o número de orbitais de valência.
3. Interpretar a maleabilidade, a ductilidade e a condutividade elétrica que caracterizam um material metálico com base nas suas ligação química e estrutura cristalina.
4. Distinguir metais de outros tipos de sólidos (iónicos, moleculares e covalentes), com diferentes tipos de ligações entre as suas unidades estruturais.
5. Indicar propriedades físicas de sólidos iónicos, covalentes e moleculares.
6. Associar cristal a um material com unidades estruturais (átomos, moléculas ou iões) organizadas de forma repetida e regular no espaço tridimensional.
7. Interpretar a estabilidade de um cristal iónico como resultado do efeito das interações ao longo do cristal, que determinam a energia de rede cristalina.
8. Indicar que um cristal covalente pode ser visto como uma única molécula macroscópica, sendo, por isso, designado por sólido macromolecular.
9. Associar a dureza do diamante à sua estrutura de sólido covalente.

10. Identificar a sílica, a grafite e os fulerenos (como, por exemplo, os nanotubos de carbono) como exemplos de cristais covalentes.
11. Justificar a boa condutividade elétrica da grafite.
12. Identificar os sólidos moleculares como uma associação de moléculas que não perdem individualidade, mantendo-se unidas por interações de natureza eletrostática, designadas por ligações intermoleculares.
13. Caracterizar uma liga metálica como uma solução sólida: mistura homogénea de um metal com um ou mais elementos, metálicos ou não-metálicos, obtida a partir da mistura dos componentes fundidos e posteriormente arrefecidos.
14. Identificar os metais do bloco *d* da Tabela Periódica como os metais predominantes nas ligas metálicas.
15. Associar a importância das ligas metálicas em determinadas aplicações ao facto de se poder controlar a sua composição e, conseqüentemente, “desenhar” as suas propriedades (exemplos: aço e ligas com memória de forma).
16. Interpretar memória de forma como resultado de um rearranjo da posição dos átomos na rede cristalina, provocado por variação de temperatura ou deformação mecânica, referindo exemplos de ligas que têm memória de forma e suas aplicações mais comuns (ortodontia, cirurgia, optometria e ótica).
17. Interpretar o significado de alguns termos usados vulgarmente: “ouro de lei” e “prata de lei”, e “ouro de 18 quilates” e “ouro de 24 quilates” e “ouro branco”.
18. Relacionar a importância da reciclagem e da revalorização dos objetos e equipamentos metálicos com a limitação de recursos naturais e a diminuição de resíduos e de consumos energéticos.
19. Relacionar a eficiência dos processos de reciclagem repetidos e sucessivos com a não-degradação da estrutura metálica.

2. Degradação dos metais

Consolidar e ampliar conhecimentos sobre reações de oxidação-redução e aplicá-los na interpretação da corrosão e proteção dos metais, reconhecendo a importância do meio. Reconhecer que a transferência de eletrões nas reações de oxidação-redução está associada à energia elétrica e que a reatividade dos metais pode ser quantificada em termos da série eletroquímica.

2.1. Corrosão: uma oxidação indesejada

1. Indicar que a maioria dos metais de transição apresenta uma grande variedade de estados de oxidação e que essa variedade resulta da perda de eletrões de orbitais *d*.
2. Associar a corrosão atmosférica ao processo natural de degradação dos metais numa atmosfera rica em oxigénio e que é facilitado por um meio aquoso.
3. Relacionar a corrosão dos metais com um processo de deterioração por via eletroquímica: formação de óxidos, hidróxidos, sulfuretos ou carbonatos (ferrugem, verdetes e *patine*).
4. Interpretar a sequência de processos físico-químicos que estão na origem da formação de ferrugem, identificando as condições ambientais que a favorecem.
5. Indicar que o processo de corrosão dos metais ferrosos prossegue continuamente, justificando com o facto da ferrugem (óxido de ferro (III) hidratado, de composição variável)

não aderir ao metal, permitindo que o metal subjacente continue exposto ao ar e à humidade.

6. Indicar que o mecanismo da corrosão implica a migração de cargas, identificando-as com eletrões no interior do metal e iões na região húmida.
7. Interpretar o aumento da corrosão de metais pela presença de ácidos ou bases e de poluentes como, por exemplo, SO_2 e ainda meios com iões Cl^- .
8. Interpretar o efeito do pH do meio nas reações de corrosão dos metais.
9. Interpretar o significado do acerto de equações relativas a reações de oxidação-redução em meio ácido.

2.2 Pilhas e baterias: uma oxidação útil

1. Associar pilha (ou célula galvânica) a um dispositivo em que é produzida corrente elétrica a partir de uma reação de oxidação-redução espontânea.
2. Interpretar a reação da pilha em termos de duas semirreações (reações de eletrodo).
3. Relacionar o ânodo de uma pilha com o local (ou eletrodo) onde ocorre a oxidação e o cátodo com o local (ou eletrodo) onde ocorre a redução.
4. Associar o ânodo de uma pilha ao eletrodo negativo e o cátodo ao eletrodo positivo.
5. Interpretar a função da ponte salina como componente de algumas pilhas.
6. Descrever e interpretar o sentido do fluxo dos eletrões no circuito que liga os eletrodos e o sentido dos iões na ponte salina.
7. Interpretar o conceito de eletrodo inerte como um eletrodo que proporciona uma superfície de contacto para a ocorrência de uma oxidação ou redução, mas não participa na reação eletroquímica.
8. Representar uma célula eletroquímica (pilha) pelo diagrama de célula (pilha).
9. Associar a força eletromotriz de uma pilha (ou tensão da pilha) à diferença de potencial elétrico entre os dois eletrodos, indicando que o seu valor depende da temperatura, da natureza dos eletrodos e da concentração dos iões envolvidos na reação.
10. Associar o conceito de potencial padrão à diferença de potencial medida numa pilha quando as soluções têm concentração 1 mol dm^{-3} e todos os gases em causa estão à pressão de $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$.
11. Identificar o eletrodo de hidrogénio como o padrão de comparação de potenciais de redução.
12. Associar os conceitos de semipilha e de potenciais-padrão de redução.
13. Interpretar a ordenação das espécies químicas na série eletroquímica, usando o conceito de potenciais-padrão de redução.
14. Relacionar o sinal do potencial-padrão de redução com a tendência para a ocorrência espontânea da reação num determinado sentido.
15. Determinar a força eletromotriz de uma célula eletroquímica em condições padrão a partir dos valores dos potenciais-padrão de eletrodo.
16. Relacionar quantitativamente a força eletromotriz de uma célula eletroquímica em condições padrão com a constante de equilíbrio da reação de oxidação-redução.

2.3. Proteção de metais

1. Identificar alguns metais e ligas metálicas com elevada resistência à corrosão.

2. Interpretar o processo de proteção catódica e o papel do ânodo de sacrifício em aplicações correntes como, por exemplo, proteção de *pipelines* (oleodutos), termoacumuladores e navios.
3. Identificar a galvanoplastia como uma técnica de revestimento para proteção de metais e interpretar o processo a partir de série eletroquímica.
4. Identificar a anodização do alumínio como um processo que aproveita o facto de o alumínio ser naturalmente protegido da oxidação pela formação de uma camada de óxido de alumínio.

3. Metais, ambiente e vida

Conhecer métodos de obtenção de metais a partir de minérios, compreendendo a transformação de um composto metálico em metal como um processo de oxidação-redução. Reconhecer a relevância dos metais no ambiente e no organismo humano, designadamente na forma de complexos e como catalisadores.

3.1. Dos minerais aos materiais metálicos

1. Indicar que a maior parte dos metais ocorre na Natureza em combinação com outros elementos, formando minerais.
2. Distinguir minério de um mineral com base na abundância suficiente de metal que, no caso do primeiro, permite a sua exploração económica.
3. Associar a transformação de um composto metálico em metal a um processo de oxidação-redução, com redução dos iões metálicos correspondentes.
4. Identificar a redução química e a redução eletrolítica como processos de extração do metal puro a partir do respetivo minério.
5. Identificar a ustulação do minério como um processo para libertar impurezas voláteis e converter os sulfuretos e carbonatos em óxidos, que são mais facilmente redutíveis.
6. Indicar que o método para obter o metal puro a partir do seu minério depende da estabilidade do óxido respetivo.
7. Associar a redução química de minérios ao processo em que o metal é retirado do minério por ação de um elemento com maior afinidade para o oxigénio.
8. Interpretar a utilização preferencial de carvão para a extração de metais por redução química por razões de economia industrial, identificando o carbono como um elemento que possui, a temperaturas elevadas, uma afinidade para o oxigénio superior à da maioria das substâncias.
9. Interpretar a inclusão do carbono na série eletroquímica utilizada em metalurgia - Pt Au Ag Cu (H) Pb Sn Fe Zn (C) Al Mg Ca Na K - como elemento de comparação e de referência em relação ao método de extração.
10. Identificar a redução eletrolítica como o processo de extração apropriado para metais mais facilmente oxidáveis do que o carbono, como, por exemplo, os metais alcalinos.
11. Indicar que, na redução eletrolítica, o metal é reduzido por ação da corrente elétrica, depositando-se no cátodo (elétrodo negativo).
12. Distinguir entre célula galvânica e célula eletrolítica.

13. Interpretar a eletrólise como um processo para provocar uma reação química de oxidação-redução que não ocorre de forma espontânea, caracterizando as semirreações correspondentes (casos H_2O (ℓ), NaCl (aq), NaCl (ℓ)).
14. Justificar e prever produtos de eletrólise de soluções aquosas de sais e de sais fundidos.

3.2. Metais, complexos e cor

1. Caracterizar um complexo com base na sua estrutura: ião metálico central rodeado de aniões ou moléculas neutras, designadas por ligandos.
2. Indicar que os ligandos têm como característica comum a presença de, pelo menos, um par de eletrões não partilhado, designando o átomo do ligando que possui o par de eletrões por átomo dador.
3. Interpretar a ligação química que se estabelece entre o metal e os ligandos com base na partilha do par de eletrões não ligantes entre o dador e o metal.
4. Associar o número de coordenação ao número de átomos dadores que envolvem o átomo do metal.
5. Identificar as geometrias dos complexos associados aos números de coordenação 2, 4, 6.
6. Caracterizar um ligando polidentado, ou quelante, como um ligando que pode coordenar-se ao ião metálico central por mais do que um átomo dador, identificando-o com base na sua estrutura.
7. Justificar a utilização do ácido etilenodiaminotetra-acético (EDTA) na complexação de metais em múltiplas situações em que estes são prejudiciais, como por exemplo, na indústria alimentar, em detergentes, e no envenenamento por chumbo.
8. Identificar o papel dos complexos em diversas áreas, como a metalurgia (extração de ouro e prata com cianetos), aplicações terapêuticas anticancerígenas (complexos de platina), imagiologia médica (complexos de gadolínio), e sistemas luminescentes (complexos de európio).
9. Indicar que nos complexos, ao contrário do que acontece no metal livre, as orbitais *d* do metal não têm todas a mesma energia.
10. Associar a cor dos complexos com a absorção de radiação em zonas específicas do espectro visível devido a transições eletrónicas entre orbitais *d* não totalmente ocupadas.
11. Indicar que a separação energética das orbitais *d* do metal nos complexos depende do metal e da natureza do ligando.

3.3. Os metais no organismo humano

1. Identificar alguns metais essenciais à vida (Fe, Mg, Ca, K, Na, etc.) e indicar a sua função.
2. Relacionar a toxicidade de alguns metais (Pb, Cr, Hg, etc.) com os efeitos no organismo humano e no ambiente.
3. Indicar que a hemoglobina é constituída por quatro grupos heme, identificando cada um destes grupos com um complexo de ferro.
4. Interpretar a ligação da hemoglobina ao oxigénio como cooperativa, concluindo que quanto mais oxigénio estiver ligado, mais fácil será a incorporação de moléculas adicionais de oxigénio e que, inversamente, se estiver presente pouco oxigénio, a sua dissociação será mais rápida.
5. Interpretar a influência do pH do meio na fixação de oxigénio pela hemoglobina.

6. Identificar a capacidade da hemoglobina para formar um complexo muito estável com o monóxido de carbono por troca com o oxigénio.
7. Relacionar o efeito tampão de uma solução com a sua composição.
8. Explicitar o significado de grau de ionização ou de dissociação de ácidos e bases.
9. Relacionar as constantes de acidez e de basicidade com o grau de ionização ou de dissociação.
10. Associar as propriedades básicas ou ácidas de uma solução de um sal à hidrólise dos seus iões constituintes, relacionando-as com os valores das constantes de acidez ou de basicidade dos iões do sal.
11. Interpretar a variação do pH ao longo de uma titulação de ácido fraco - base forte, de base fraca - ácido forte e ácido forte - base forte.

3.4. Os metais como catalisadores

1. Apresentar razões para a importância dos catalisadores em síntese química e na atividade industrial.
2. Associar a importância dos catalisadores enzimáticos (enzimas) nas reações biológicas vitais com as baixas temperaturas e concentração dos constituintes celulares nos organismos biológicos.
3. Distinguir catálise homogénea e heterogénea com base no estado físico dos reagentes e do catalisador.
4. Interpretar um diagrama de energia potencial em função da coordenada da reação identificando a energia dos produtos da reação, dos reagentes e do estado de transição.
5. Associar energia de ativação à energia mínima necessária para se atingir o estado de transição.
6. Determinar a partir do diagrama, a variação de energia da reação, a energia de ativação da reação direta e a energia de ativação da reação inversa.
7. Interpretar um diagrama de energia potencial em função da coordenada da reação para uma mesma reação com e sem a utilização de catalisador.
8. Identificar a predominância dos metais de transição nos catalisadores usados nos processos industriais e integrantes dos processos biológicos.

◆ Combustíveis, energia e ambiente

1. Combustíveis fósseis: o carvão, o crude e o gás natural

Reconhecer a importância do uso de catalisadores nos processos de isomerização e de *cracking* na indústria petrolífera e compreender a relação entre a estrutura molecular de alguns compostos orgânicos e algumas das suas propriedades físicas (estado físico) e químicas (como combustíveis).

1.1. Do crude ao GPL e aos fuéis: destilação fracionada e *cracking* do petróleo

1. Caracterizar as principais frações obtidas na destilação fracionada do crude de acordo com o intervalo de temperatura de recolha e com o tamanho da cadeia carbonada.
2. Identificar o *cracking* do petróleo como um processo de quebra de ligações nos hidrocarbonetos de cadeias longas para a formação de hidrocarbonetos de cadeias mais pequenas, por aquecimento e ação de catalisadores (zeólitos).
3. Associar as reações de isomerização à obtenção de hidrocarbonetos ramificados a partir de hidrocarbonetos lineares, por aquecimento e utilizando catalisadores.
4. Aplicar regras de nomenclatura da União Internacional de Química Pura e Aplicada - IUPAC para atribuir nomes e escrever fórmulas de estrutura de alcanos, cicloalcanos, alcenos e alcinos.
5. Aplicar regras de nomenclatura da IUPAC para atribuir nomes e escrever fórmulas de estrutura de álcoois e éteres.
6. Identificar isómeros como compostos que apresentam a mesma fórmula molecular e diferem na fórmula de estrutura e também nas propriedades físicas e químicas.
7. Identificar isomeria de cadeia, de posição e de grupo funcional.
8. Identificar isomeria geométrica em alcenos.
9. Relacionar a maior ou menor flexibilidade das moléculas com a existência de ligações simples, duplas e triplas.
10. Identificar hidrocarbonetos aromáticos.
11. Associar as estruturas de Lewis a distribuições de pares de eletrões de valência nas moléculas, verificando ser possíveis, para algumas moléculas, várias estruturas de Lewis que seguem a regra do octeto (híbridos de ressonância), concluindo que isso não provoca alteração da geometria da molécula nem dos parâmetros de ligação.
12. Interpretar os conceitos de ressonância e de deslocalização eletrónica com base nas estruturas de Kekulé para o benzeno.
13. Aplicar o conceito de ressonância para interpretar a igualdade dos comprimentos de ligação C-C na molécula de benzeno e S-O na molécula de dióxido de enxofre e O-O na molécula de ozono.
14. Identificar a polaridade das moléculas com a existência de uma distribuição assimétrica de carga à qual se associa um dipolo elétrico.
15. Classificar moléculas de alcanos, alcenos, cicloalcanos, benzeno, álcoois e éteres quanto à polaridade.

1.2. Os combustíveis gasosos, líquidos e sólidos: compreender as diferenças

1. Interpretar e aplicar a equação de estado dos gases ideais.
2. Indicar a unidade SI de pressão, e outras unidades de uso corrente como o torrìcellì, a atmosfera e o bar, e efetuar conversões entre as mesmas.
3. Associar o conceito de gás ideal aos gases que obedecem à equação dos gases ideais (ou perfeitos) e de gás real aos gases que se afastam daquele comportamento, à medida que a pressão aumenta ou a temperatura diminui.
4. Relacionar a massa volúmica de um gás ideal com a pressão e com a temperatura, por aplicação da equação de estado de um gás ideal.
5. Indicar que, nos estados condensados da matéria (líquido e sólido), ao contrário do que acontece nos gases ideais, não se pode desprezar nem o tamanho das suas unidades estruturais nem as suas interações na determinação das suas propriedades.
6. Caracterizar os três tipos de interações de van der Waals: interações de London (dispersão) e atrações dipolo permanente - dipolo permanente e dipolo permanente - dipolo induzido (interações entre distribuições assimétricas de carga)
7. Interpretar a variação de algumas propriedades físicas dos alcanos, como o estado físico e os pontos de ebulição e de fusão, com base no tamanho e na forma das suas moléculas e na intensidade das ligações intermoleculares que se estabelecem.

2. De onde vem a energia dos combustíveis

Ampliar conhecimentos sobre energia envolvida nas reações químicas e compreender a relação entre a estrutura de alguns combustíveis e o seu poder calorífico.

1. Identificar a entalpia como uma propriedade cuja variação só depende dos estados inicial e final do sistema.
2. Associar valores negativos, ou positivos, de variações de entalpia a reações exotérmicas, ou endotérmicas, em que a entalpia dos reagentes é superior, ou inferior, à entalpia dos produtos de reação.
3. Identificar a entalpia padrão de reação como a variação de entalpia de uma reação que ocorre nas condições padrão e por mole de reação.
4. Identificar a existência de entalpias padrão associadas a diferentes processos como, por exemplo, a entalpia padrão de formação, a entalpia padrão de combustão, a entalpia padrão de hidratação, e a entalpia padrão de solução.
5. Relacionar a entalpia padrão de combustão com o poder energético dos combustíveis associando-a à entalpia padrão para a oxidação completa de um combustível.
6. Determinar a entalpia padrão de uma reação a partir dos valores tabelados para as entalpias padrão de formação dos reagentes e produtos da reação.
7. Determinar, aplicando a lei de Hess, a entalpia padrão de uma reação.
8. Interpretar o facto de, regra geral, combustíveis oxigenados como álcoois e éteres terem menor poder energético do que os combustíveis de hidrocarbonetos.

 **Plásticos, vidros e novos materiais****1. Os plásticos e os materiais poliméricos**

Compreender que os polímeros, formados por macromoléculas, são os principais constituintes dos plásticos. Reconhecer que os plásticos são materiais não-naturais que podem ser moldados de várias formas.

1. Caracterizar um polímero como um material constituído por macromoléculas.
1. Distinguir macromolécula de outras moléculas com número elevado de átomos pela existência de unidades estruturais que se repetem ao longo da cadeia molecular.
2. Classificar um polímero em natural, artificial ou sintético, associando esta classificação às matérias-primas que lhe dão origem.
3. Identificar polímeros naturais, artificiais e sintéticos.
4. Caracterizar um plástico como um material polimérico suscetível de ser modelado na forma de filamentos e películas finíssimas.
5. Distinguir plásticos quanto à sua resposta ao aquecimento em termoplásticos ou termofixos, relacionando este comportamento com a estrutura linear ou reticulada da cadeia polimérica.
6. Interpretar o significado do código (letras e números) usado na identificação de plásticos, associando-o a implicações da sua utilização, reutilização e reciclagem.

2. Polímeros sintéticos e a indústria dos polímeros e os novos materiais

Compreender como se obtêm polímeros sintéticos e reconhecer que a sua estrutura determina as suas propriedades.

1. Interpretar a síntese de um polímero como uma reação de polimerização em que as moléculas dos monómeros se unem umas às outras por ligações covalentes.
2. Caracterizar uma reação de polimerização como uma reação em cadeia entre moléculas de monómeros.
3. Distinguir homo e co-polímeros pelo número e tipo de monómeros envolvidos na reação de polimerização, e relacionar a unidade estrutural com a estrutura do(s) monómero(s).
4. Distinguir unidade estrutural do polímero da unidade estrutural do(s) monómero(s).
5. Relacionar o comprimento de uma cadeia polimérica com o grau de polimerização.
6. Identificar grupos funcionais de várias famílias químicas de compostos orgânicos: ácidos carboxílicos, cloretos de ácido, aminas, amidas, éteres, ésteres, aldeídos e cetonas.
7. Caracterizar os monómeros segundo o número e a natureza dos seus grupos funcionais.
8. Identificar, a partir da estrutura do(s) monómero(s), o tipo de reação de polimerização que pode ocorrer: de condensação ou de adição.
9. Interpretar a formação de um polímero de condensação para o caso de poliésteres e de poliamidas em termos da reatividade dos grupos funcionais.

10. Interpretar a formação de um polímero de adição para o caso da polimerização do etileno (polietileno) e de seus derivados (poliacrílicos), tendo em conta os passos de iniciação, propagação e finalização.
11. Caracterizar os polímeros segundo famílias (poliolefinas, poliacrílicos, poliuretanos, poliamidas, poliésteres) relacionando essas famílias com os grupos funcionais dos monómeros.
12. Relacionar a estrutura linear ou reticulada de um polímero com a estrutura dos monómeros e as reações entre grupos funcionais.
13. Discutir, com base em informação selecionada, vantagens e limitações da reciclagem de plásticos.

3. Novos materiais

Conhecer o significado de biomateriais e as suas aplicações e reconhecer as vantagens e limitações da utilização de materiais de base sustentada.

1. Identificar um biomaterial como um material com aplicações biomédicas que implicam interações com estruturas biológicas com as quais apresenta elevada compatibilidade.
2. Identificar, com base em informação selecionada, aplicações de biomateriais em medicina (cardiologia, ortopedia, oftalmologia e libertação controlada de fármacos).
3. Discutir, com base em informação selecionada, a utilização sustentável de materiais, analisando de forma crítica os processos de degradação física e química e a biodegradação.

Metas específicas das atividades laboratoriais e das atividades de projeto laboratorial**AL 1.2. Um ciclo de cobre**

Objetivo geral: Compreender como reciclar um metal usando processos químicos.

1. Interpretar e seguir um procedimento experimental que, em condições de segurança, permita realizar uma sequência de reações envolvendo a utilização do cobre e sua regeneração.
2. Identificar diferentes tipos de reações presentes num ciclo do cobre e traduzi-las por equações químicas.
3. Avaliar a qualidade da execução experimental através da determinação do rendimento do ciclo.
4. Identificar alguns problemas de poluição relacionados com a reciclagem do cobre.

APL 1. Construção de uma pilha com diferença de potencial determinada

Objetivo geral: Conceber e fundamentar um percurso investigativo para dar resposta à questão problema: Como construir uma pilha com uma determinada diferença de potencial?

1. Apresentar e discutir o percurso investigativo concebido.
2. Executar o procedimento experimental proposto.
3. Discutir os resultados obtidos com base nas hipóteses de trabalho.
 - Relacionar quantitativamente a força eletromotriz de uma célula eletroquímica, fora das condições padrão, com as concentrações dos reagentes e produtos e com a temperatura usando a equação de Nernst.
 - Selecionar um par redox que permita construir uma pilha, com diferença de potencial pré-definida, a partir de potenciais-padrão de redução.
 - Ajustar a concentração das soluções usadas na construção da pilha para obter a diferença de potencial pré-definida, com base nas previsões fornecidas pela equação de Nernst.
 - Medir a tensão nos terminais da pilha construída e comparar o valor obtido com o valor previsto teoricamente, apontando causas de eventuais desfasamentos.
 - Relacionar o esgotamento de uma pilha com o estado de equilíbrio do sistema.

AL 1.3. Corrosão e proteção de metais

Objetivo geral: Reconhecer fatores que afetam a corrosão de um metal

1. Identificar e testar diferentes fatores que favorecem a corrosão do ferro e fatores que a previnem.
2. Interpretar a importância do meio em processos de corrosão.
3. Concluir que a forma (recortes, dobragens, etc.) de uma peça metálica, assim como as marcas do seu passado químico e físico (estado de conservação), têm influência no processo de corrosão..
4. Identificar métodos de proteção dos metais contra a corrosão.

AL 1.5. A cor e a composição quantitativa de soluções com iões metálicos

Objetivo geral: Determinar a concentração de uma solução corada pela intensidade da sua cor, utilizando um espectrofotómetro.

1. Aplicar a Lei de Lambert-Beer para determinar a concentração de um ião metálico.
2. Traçar uma curva de calibração (absorvência em função da concentração).
3. Determinar a concentração da solução problema a partir da curva de calibração.
4. Verificar desvios à proporcionalidade descrita pela Lei de Lambert-Beer para soluções muito concentradas.
5. Identificar e avaliar erros associados a determinações colorimétricas.

AL 1.6. Funcionamento de um sistema tampão

Objetivo geral: Determinar experimentalmente o efeito de um sistema tampão.

1. Realizar uma titulação potenciométrica de um ácido forte - base fraca e traçar a respetiva curva de titulação.
2. Identificar zonas tampão e pontos de equivalência.
3. Explicar a existência das zonas tampão na titulação.
4. Identificar os pares de espécies químicas responsáveis pelo efeito tampão.
5. Interpretar a regulação do pH do sangue pelo sistema tampão $\text{CO}_2 / \text{HCO}_3^-$.

AL 2.1. Destilação fracionada de uma mistura de três componentes

Objetivo geral: Compreender porque é possível obter do petróleo frações distintas, através de uma destilação fracionada.

1. Realizar uma destilação fracionada de uma mistura de composição desconhecida com três componentes.
2. Elaborar um gráfico de temperatura em função do volume de destilado para a destilação realizada.
3. Interpretar o gráfico obtido na destilação fracionada, identificando os componentes da mistura, através de consulta de tabelas de pontos de ebulição.
4. Justificar o recurso à destilação fracionada para obter frações distintas do petróleo.

AL 2.3. Determinação da entalpia de neutralização da reação $\text{NaOH (aq)} + \text{HCl (aq)}$

Objetivo geral: Determinar a variação de entalpia na reação de neutralização de soluções aquosas de hidróxido de sódio e de ácido clorídrico.

1. Realizar uma titulação termométrica.
2. Elaborar o gráfico de temperatura em função do volume de titulante adicionado.
3. Identificar o ponto de equivalência e associá-lo à temperatura mais elevada registada no decorrer da titulação.
4. Determinar a entalpia de neutralização.
5. Determinar o erro percentual.

AL 2.5. Determinação da entalpia de combustão de diferentes álcoois

Objetivo geral: Compreender a influência da posição do grupo OH e do comprimento da cadeia carbonada de álcoois na energia libertada durante a combustão.

1. Calcular a variação de entalpia de combustão para cada um dos álcoois.
2. Traçar e interpretar o gráfico da variação de entalpia de combustão em função do número de átomos de carbono dos álcoois.
3. Identificar erros experimentais que possam ter afetado as medições efetuadas.
4. Concluir qual é a relação entre a variação de entalpia de combustão e a estrutura dos álcoois (comprimento da cadeia carbonada e a posição do grupo OH).

APL 2. Produção de um biodiesel a partir de óleos alimentares queimados

Objetivo geral: Conceber e fundamentar um percurso investigativo para dar resposta à questão problema: Como produzir um biodiesel a partir de óleos alimentares queimados?

1. Apresentar e discutir o percurso investigativo concebido.
2. Executar o procedimento experimental proposto.
3. Discutir os resultados obtidos com base nas hipóteses de trabalho.
 - Justificar a necessidade de produção de combustíveis alternativos pela reciclagem de materiais orgânicos como, por exemplo, óleos alimentares.
 - Elaborar um diagrama sequencial das operações a realizar durante a produção de biodiesel.
 - Identificar as principais reações químicas envolvidas no método durante a produção do biodiesel.

AL 3.1. Identificação de plásticos por testes físicos e químicos

Objetivo geral: Realizar testes físico-químicos para identificar plásticos.

1. Interpretar a finalidade de testes laboratoriais (isolados ou conjugados) na identificação de uma amostra desconhecida de plástico.
2. Utilizar uma marcha de análise para identificar plásticos.
3. Caracterizar plásticos quanto à cor, brilho e maleabilidade.
4. Distinguir os diferentes tipos de plásticos através de testes físicos e químicos.
5. Discutir as limitações dos testes utilizados.

AL 3.6. Sintetizar polímeros

Objetivo geral: Sintetizar um polímero de condensação.

1. Identificar os monómeros na reação de síntese e as unidades estruturais.
2. Escrever a equação química que traduz a reação de síntese a partir das fórmulas químicas dos monómeros.
3. Explicar o processo de polimerização e a biodegradabilidade do polímero obtido.