

# GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 54

## FÍSICA E QUÍMICA A 11.º ANO

### Tema 4: Reações em sistemas aquosos Subtema 3: Reações de oxidação-redução



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A  
APRENDIZAGEM?



## PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

### **Corrosão dos metais**

A corrosão dos metais representa um dos maiores desafios na conservação de pontes, navios, caminhos de ferro e outras estruturas metálicas. No entanto, nem todos os metais se oxidam com a mesma facilidade. Compreender o poder redutor dos metais e utilizar a série eletroquímica permite prever reações de oxidação-redução, explicar a corrosão e compreender como diferentes estratégias de proteção aumentam a segurança, a durabilidade e a sustentabilidade das infraestruturas.



## O QUE VOU APRENDER?

- Interpretar reações de oxidação-redução, escrevendo as equações das semirreações, identificando as espécies químicas oxidada (redutor) e reduzida (oxidante), utilizando o conceito de número de oxidação.
- Organizar uma série eletroquímica a partir da realização laboratorial de reações entre metais e soluções aquosas de sais contendo cátions de outros metais, avaliando os procedimentos e comunicando os resultados.
- Comparar o poder redutor de alguns metais e prever se uma reação de oxidação-redução ocorre usando uma série eletroquímica adequada, interpretando a corrosão dos metais como um processo de oxidação-redução.
- Relacionar os fenômenos de oxidação-redução com a necessidade de proteção de estruturas metálicas, fixas ou móveis (pontes, navios, caminhos de ferro, etc.).



## COMO VOU APRENDER?

GTA 53: Reações de oxidação-redução

**GTA 54: Corrosão dos metais**

GTA 55: Série eletroquímica

## Tema 4: Reações em sistemas aquosos

## Subtema 3: Reações de oxidação-redução



## GTA 54: Corrosão dos metais

**Objetivos:**

- Comparar o poder redutor de alguns metais e prever se uma reação de oxidação-redução ocorre usando uma série eletroquímica adequada, interpretando a corrosão dos metais como um processo de oxidação-redução.
- Relacionar os fenómenos de oxidação-redução com a necessidade de proteção de estruturas metálicas, fixas ou móveis (pontes, navios, caminhos de ferro, etc.).
- **Recursos e materiais:** manual de Química, caderno diário, calculadora e *internet*.

**TAREFA 1: Um monumento que mudou de cor**

A **Estátua da Liberdade**, um dos monumentos mais conhecidos do mundo, foi oferecida pela França aos Estados Unidos e inaugurada em 1886. Atualmente apresenta uma cor azul-esverdeada muito característica. No entanto, quando foi construída, tinha a cor acobreada e brilhante do cobre metálico.

**Porque mudou de cor?** Será que todos os metais sofrem transformações semelhantes quando permanecem expostos ao ambiente durante muitos anos?

Figura 1 - Estátua da Liberdade ([stinne24: https://pixabay.com](https://pixabay.com))

**Assiste** ao vídeo [Why is the Statue of Liberty Green?](#)

(Ativa as legendas automáticas em português, se necessário.)





Caso não consigas visualizar o vídeo, **lê** o resumo seguinte.

Quando a Estátua da Liberdade foi inaugurada, tinha a cor do cobre metálico. Com o passar dos anos, o cobre reagiu com o oxigénio, a água e o dióxido de carbono presentes na atmosfera, formando uma camada azul-esverdeada denominada **pátina**. Esta camada protege o cobre da continuação da corrosão. Ao contrário do cobre, o ferro forma uma ferrugem porosa que não protege o metal.

### Responde no caderno:

- **Explica** porque mudou a cor da Estátua da Liberdade ao longo do tempo.
- **O que** demonstra que essa mudança resulta de uma reação química?
- **Será** que todos os metais sofrem oxidação com a mesma facilidade? **Justifica** a tua resposta.

## TAREFA 2: Porque se comportam os metais de forma diferente?

### Etapa 1: Estuda a informação e responde

Na Tarefa 1 verificaste que a Estátua da Liberdade é protegida por uma camada de pátina. No entanto, isso não acontece com todos os metais.

O que poderá explicar estes diferentes comportamentos dos metais?

**Observa** a tabela.

Metal	Comportamento quando exposto ao ambiente
Ouro	Praticamente não reage.
Cobre	Forma uma pátina protetora.
Ferro	Forma ferrugem que não protege o metal.
Magnésio	Oxida-se facilmente.

### Responde

- Todos os metais apresentam o mesmo comportamento quando expostos ao ambiente?
- Qual parece sofrer oxidação mais facilmente?
- Qual parece ser o mais resistente?



## Etapa 2 : Poder redutor

Os metais diferem na facilidade com que perdem eletrões.

Quanto maior for essa facilidade, → maior é o seu **poder redutor**.

Quanto maior o poder redutor, → maior a tendência para sofrer oxidação.

Quanto maior for o poder redutor de um metal, menor será, em geral, o poder oxidante do respetivo ião.

## A série eletroquímica

Para comparar o comportamento dos metais utiliza-se uma **série eletroquímica**.

K	Potássio	K <sup>+</sup>
Na	Sódio	Na <sup>+</sup>
Ca	Cálcio	Ca <sup>2+</sup>
Mg	Magnésio	Mg <sup>2+</sup>
Al	Alumínio	Al <sup>3+</sup>
Zn	Zinco	Zn <sup>2+</sup>
Cr	Cromo	Cr <sup>3+</sup>
Fe	Ferro	Fe <sup>2+</sup>
Pb	Chumbo	Pb <sup>2+</sup>
Cu	Cobre	Cu <sup>2+</sup>
Ag	Prata	Ag <sup>+</sup>
Au	Ouro	Au <sup>3+</sup>

Vertical labels: On the left, an upward arrow with a '+' sign is labeled 'Poder Redutor'. On the right, a downward arrow with a '+' sign is labeled 'Poder Oxidante'.

A série eletroquímica é a lista de metais ordenada pelo poder redutor, do maior (topo) para o menor (base):

### Observa a série e responde.

- Qual dos metais apresenta maior poder redutor?
- Qual apresenta menor poder redutor?
- O ferro encontra-se acima ou abaixo do cobre? Que conclusão podes tirar relativamente ao poder redutor e à tendência para sofrer oxidação do ferro e do cobre?

## Etapa 3: Exercícios resolvidos

### Exercício 1:

Uma placa de ferro, Fe, é mergulhada numa solução de CuSO<sub>4</sub>(aq). Ocorre reação?

### Resolução:

Na série eletroquímica: Fe está acima de Cu logo Fe tem maior poder redutor e Fe oxida-se, reduzindo o Cu<sup>2+</sup>.

Semirreação de oxidação:  $\text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$

Semirreação de redução:  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu(s)}$

Equação global:  $\text{Fe(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$

Fe é o agente redutor (oxida-se). Cu<sup>2+</sup> é o agente oxidante (reduz-se).



### Exercício 2:

Uma placa de cobre, Cu, é mergulhada numa solução de  $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ . Ocorre reação?

### Resolução:

Na série eletroquímica: Fe está acima de Cu, logo Cu tem menor poder redutor do que Fe e Cu não consegue reduzir  $\text{Fe}^{2+}$ .

$\text{Cu}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow$  não ocorre reação

## Etapa 4: Lê a informação sobre corrosão e proteção de estruturas metálicas

### A corrosão como processo de oxidação-redução

A corrosão metálica envolve processos de oxidação-redução: o metal cede elétrons (oxida-se) na presença de um agente oxidante, tipicamente  $\text{O}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Mas os metais não se corroem todos da mesma forma:

O cobre (Cu) oxida-se lentamente e forma uma pátina protetora de cor esverdeada, como na Estátua da Liberdade. A pátina é não porosa e impermeável, impedindo que a corrosão avance.

O ferro (Fe) oxida-se e forma ferrugem que é porosa e quebradiça, não protege o metal subjacente.

O alumínio (Al) oxida-se formando  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , uma camada densa, aderente e impermeável que protege o interior.

O ouro (Au) tem tão baixo poder redutor que praticamente não reage com o ambiente.

### Estratégias de proteção e o seu fundamento redox:

**Galvanização:** consiste num revestimento com Zn. O Zn está acima do Fe na série, logo tem maior poder redutor e oxida-se preferencialmente, protegendo o ferro. Usado em caminhos de ferro e estruturas de aço.

**Ânodo de sacrifício** (proteção catódica): consiste em ligar ao metal, a proteger, um metal com maior poder redutor (Mg ou Zn). Este metal protetor, atua como ânodo e corrói-se preferencialmente, protegendo o metal estrutural.

**Aço inoxidável:** consiste em criar uma liga de Fe com Cr. O Cr tem maior poder redutor do que o Fe, logo oxida-se primeiro, formando uma camada densa de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  que se autorrepara.

Aplicado em pontes e equipamentos industriais.

**Revestimentos físicos:** consiste em pintar ou envernizar o metal, criando uma barreira que impede o seu contacto com  $\text{O}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .



## TAREFA 3: Aplica os conhecimentos

### Etapa 1: Resolve o exercício

#### Exercício:

O aço é formado, essencialmente, por ferro, Fe, e carbono, C. Para melhorar algumas das propriedades do aço, como a resistência à corrosão ou ao calor, podem adicionar-se outros elementos.

Adicionando-se cromo, Cr, obtém-se uma liga bastante resistente à corrosão atmosférica. Este aço, em contacto com o dióxigénio,  $O_2$ , presente no ar, forma uma película sólida protetora, não porosa e impermeável, maioritariamente de trióxido de dicromo,  $Cr_2O_3$ .

**Explica** a resistência à corrosão atmosférica deste aço.

*Na sua resposta:*

- apresenta a razão pela qual a película torna o aço resistente à corrosão;
- fundamenta o processo de autorreparação da película, comparando o poder redutor do Fe com o do Cr.

**Apresenta** um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

(Adaptado de Exame Final Nacional Física e Química A, 1.ª Fase, 2023, item 3.2)

### Etapa 2: Verifica o que aprendeste

**Resolve** os exercícios do teu manual sobre reações de oxidação-redução, poder redutor, série eletroquímica e corrosão dos metais.

**Compara** as tuas respostas com as soluções e com as respostas dos teus colegas.

**Regista** dúvidas e **revê** os conceitos, se necessário.

**Estuda** com um colega.



## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

### TAREFA 1:

- **Explica porque mudou a cor da Estátua da Liberdade ao longo do tempo.**

A cor da Estátua da Liberdade mudou porque o cobre reagiu com o oxigênio, a água e o dióxido de carbono presentes na atmosfera e, em menor extensão, com compostos de enxofre, formando uma camada esverdeada de pátina. Esta camada resulta de reações de oxidação-redução e é constituída por óxidos, carbonatos e sulfatos de cobre.

- **O que demonstra que essa mudança resulta de uma reação química?**

A mudança de cor é indicação de que ocorreu uma reação química: formaram-se novas substâncias com propriedades diferentes das do cobre metálico original.

- **Será que todos os metais sofrem oxidação com a mesma facilidade? Justifica a tua resposta.**

Não. Os metais têm diferentes poderes redutores, ou seja, diferentes tendências para ceder elétrons. O ferro oxida-se facilmente; o cobre oxida-se lentamente; o ouro praticamente não reage. Essas diferenças refletem-se na série eletroquímica.

### TAREFA 2:

#### Etapa 1:

- **Todos os metais apresentam o mesmo comportamento quando expostos ao ambiente?**

Não. Os metais apresentam comportamentos diferentes quando expostos ao ambiente. Alguns oxidam-se facilmente, outros formam camadas protetoras e há metais que praticamente não reagem.

- **Qual parece sofrer oxidação mais facilmente?**

O magnésio parece sofrer oxidação mais facilmente, pois reage rapidamente com o ambiente.

- **Qual parece ser o mais resistente?**

O ouro parece ser o mais resistente, pois praticamente não reage quando exposto ao ambiente.



## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

### TAREFA 2:

#### Etapa 2

- **Qual dos metais apresenta maior poder redutor?**

O potássio (K), porque se encontra no topo da série eletroquímica e é o metal com maior tendência para perder eletrões e sofrer oxidação.

- **Qual apresenta menor poder redutor?**

O ouro (Au), porque se encontra na base da série eletroquímica e é o metal com menor tendência para perder eletrões e sofrer oxidação.

- **O ferro encontra-se acima ou abaixo do cobre? Que conclusão podes tirar relativamente ao poder redutor e à tendência para sofrer oxidação do ferro e do cobre?**

O ferro (Fe) encontra-se acima do cobre (Cu) na série eletroquímica., logo o ferro apresenta maior poder redutor do que o cobre, pelo que tem maior tendência para ceder eletrões e sofrer oxidação. O cobre tem menor poder redutor e oxida-se com menor facilidade.

### TAREFA 3:

**O aço é formado, essencialmente, por ferro, Fe, e carbono, C. Para melhorar algumas das propriedades do aço, como a resistência à corrosão ou ao calor, podem adicionar-se outros elementos.**

**Adicionando-se cromo, Cr, obtém-se uma liga bastante resistente à corrosão atmosférica. Este aço, em contacto com o dióxigénio, O<sub>2</sub>, presente no ar, forma uma película sólida protetora, não porosa e impermeável, maioritariamente de trióxido de dicromo, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.**

**Explica a resistência à corrosão atmosférica deste aço.**

**Na tua resposta:**

- **apresenta a razão pela qual a película torna o aço resistente à corrosão;**
- **fundamenta o processo de autorreparação da película, comparando o poder redutor do Fe com o do Cr.**

**Apresenta um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.**

A película de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> é sólida, não porosa e impermeável, impedindo que o dióxigénio do ar e a humidade entrem em contacto com o ferro e o cromo no interior da liga, tornando o aço resistente à corrosão atmosférica.

A autorreparação ocorre porque o cromo tem maior poder redutor do que o ferro, ou seja, o Cr oxida-se com maior facilidade. Quando a película é danificada, o cromo exposto reage preferencialmente com o O<sub>2</sub> do ar, regenerando espontaneamente a camada de Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> antes que o ferro possa ser atacado.



## O QUE APRENDI?

**Já sabes** utilizar a série eletroquímica para prever reações de oxidação-redução e explicar a corrosão dos metais?

**És capaz de...**

- comparar o poder redutor de diferentes metais?
- utilizar a série eletroquímica para prever se ocorre uma reação de oxidação-redução?
- explicar a corrosão dos metais como um processo de oxidação-redução?
- relacionar a corrosão com métodos de proteção, como a galvanização, o ânodo de sacrifício e o aço inoxidável?
- resolver exercícios sobre este tema e justificar as tuas respostas utilizando linguagem científica adequada?
- identificar dificuldades e procurar ajuda quando necessário?

**Sugestões:**

**Analisa** as propostas de resolução dos exercícios. Se necessário, **repete** as tarefas.

**Estuda** com um ou mais colegas de turma, para reforçares as aprendizagens e, se possível, esclarece as tuas dúvidas.

**Pratica**, resolvendo os exercícios do teu manual escolar.



## COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

**Assiste** à videoaula [Força relativa de oxidantes e redutores](#) e **resolve** os exercícios propostos.



**Explora outros recursos:**

[What Is The Electrochemical Series | Reactions | Chemistry | FuseSchool](#)



[Exploring Oxidation-Reduction Reactions](#)

