

# GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 15

## FÍSICA E QUÍMICA A 11.º ANO

### Tema 1: Mecânica

### Subtema 3: Forças e movimentos



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A  
APRENDIZAGEM?



## PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

### **Forças e movimentos**

Aprender a resolver problemas de movimentos retilíneos com resistência do ar permite compreender melhor o que acontece nas quedas reais, como a de uma folha ou de um paraquedista. Este estudo desenvolve o pensamento crítico, ao aplicar as Leis de Newton para analisar e prever movimentos. As abordagens analíticas e gráficas ajudam a representar situações do dia a dia com rigor científico. Saber interpretar essas situações permite tomar decisões fundamentadas e perceber limites das simplificações.



## O QUE VOU APRENDER?

- Interpretar, e caracterizar, movimentos retilíneos (uniformes, uniformemente variados e variados) e circulares uniformes, tendo em conta a resultante das forças e as condições iniciais.
- Investigar, experimentalmente, o movimento de um corpo quando sujeito a uma resultante de forças não nula e nula, formulando hipóteses, avaliando procedimentos, interpretando os resultados e comunicando as conclusões.
- Relacionar, experimentalmente, a velocidade e o deslocamento num movimento uniformemente variado, determinando a aceleração e a resultante das forças, avaliando procedimentos, interpretando os resultados e comunicando as conclusões.
- Resolver problemas de movimentos retilíneos (queda livre, plano inclinado e queda com efeito de resistência do ar não desprezável) e circular uniforme, aplicando abordagens analíticas e gráficas, mobilizando as Leis de Newton, explicando as estratégias de resolução e os raciocínios demonstrativos que fundamentam uma conclusão.
- Aplicar, na resolução de problemas, a Lei da Gravitação Universal e a Lei Fundamental da Dinâmica ao movimento circular e uniforme de satélites.
- Pesquisar, numa perspetiva intra e interdisciplinar, os avanços tecnológicos na exploração espacial.



## COMO VOU APRENDER?

GTA 13: Movimentos retilíneos uniformemente variados

GTA 14: Queda livre

**GTA 15: Queda com resistência do ar não desprezável**

GTA 16: Movimento circular uniforme

GTA 17: Movimento retilíneo em planos inclinados

GTA 18: Velocidade e deslocamento numa travagem

## Tema 1: Mecânica

## Subtema 3: Forças e movimentos



## GTA 15: Queda com resistência do ar não desprezável

**Objetivos:**

- Resolver problemas de movimentos retilíneos (queda com efeito de resistência do ar não desprezável), aplicando abordagens analíticas e gráficas, mobilizando as Leis de Newton e explicando as estratégias de resolução e os raciocínios demonstrativos que fundamentam uma conclusão.

**Recursos e materiais:** manual de Física, caderno diário, calculadora e *internet*.

**TAREFA 1: Compreender a influência da resistência do ar**

**Assiste** ao vídeo “*Brian Cox visits the world's biggest vacuum*”, até ao minuto 1:50, sobre a experiência com a bola de *bowling* e a pena.



[Brian Cox visits the world's biggest vacuum](#)

O vídeo apresenta uma experiência realizada na maior câmara de vácuo do mundo pertencente à NASA. Inicialmente, uma bola de *bowling* e uma pena são largadas ao mesmo tempo com presença de ar na câmara, e observa-se que a bola cai mais rapidamente do que a pena devido à resistência do ar.

**Reflete :**

- O que acontece quando a bola de *bowling* e a pena são largadas com ar na câmara?
- Explica por que motivo os dois objetos caem de forma diferente nessa situação.



## TAREFA 2: Explora o manual

**Pesquisa** informações no manual sobre o movimento de um paraquedista.

**Elabora** um quadro resumo no caderno sobre o movimento do paraquedista...

- antes da abertura do paraquedas
- depois da abertura do paraquedas

## TAREFA 3: Aplica

### Etapa 1: Exercícios resolvidos

**Exercício 1:** Uma folha de papel em queda atinge uma velocidade constante antes de tocar o solo.

A afirmação a analisar é:

“A resultante das forças sobre a folha diminui numa primeira fase, pois a resistência do ar aumenta, e depois mantém-se constante.”

**Classifica** a afirmação como verdadeira ou como falsa. **Justifica** a tua resposta.

### Justificação:

Durante a queda da folha de papel, atuam duas forças principais com direção vertical:

- a força gravítica (peso), com sentido para baixo, que permanece constante;
- a resistência do ar, com sentido para cima, cujo módulo aumenta com a velocidade da folha.

Inicialmente, a resistência do ar é pequena e a força resultante é elevada, fazendo com que a velocidade da folha aumente. À medida que a velocidade aumenta, também aumenta a resistência do ar, o que faz diminuir a força resultante.

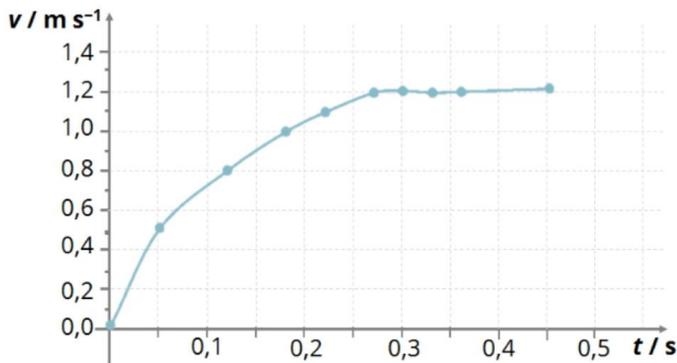
Quando o módulo da resistência do ar se iguala ao do peso, as duas forças anulam-se e a força resultante torna-se nula. A partir desse momento, a folha cai com velocidade constante (velocidade terminal).

Assim, a força resultante diminui numa fase inicial e depois mantém-se constante (igual a zero), tal como refere a afirmação.

**Resposta: Verdadeira.**



**Exercício 2:** Um corpo foi deixado cair verticalmente. O gráfico representa a evolução da sua velocidade com o tempo.



**Analisa** o gráfico nos dois intervalos seguintes:

- desde o instante inicial até  $t = 0,3$  s.
- a partir de  $t = 0,3$  s.

**Resposta:**

Repara que o módulo da velocidade do corpo em queda não varia de forma linear, por isso a resistência do ar não foi desprezável durante este movimento. A resistência do ar varia com a velocidade do corpo, sendo maior quando a velocidade do corpo é maior.

**Desde o instante inicial até  $t = 0,3$  s:**

O módulo da resistência do ar é menor do que o módulo do peso e o corpo movimenta-se com movimento acelerado (aceleração e velocidade têm o mesmo sentido).

**A partir de  $t = 0,3$  s:**

O módulo da resistência do ar e o módulo do peso são iguais, o corpo atinge a velocidade terminal e o movimento é retilíneo uniforme.

**Etapa 2: Resolve** os exercícios propostos do manual.

**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.

**TAREFA 3 : Autoavalia**

**Exercício:** A força de resistência do ar atua sobre corpos em queda e explica muitos fenómenos como o facto de a chuva não atingir o solo com grande velocidade.

A afirmação a analisar é:

“A resistência do ar tem módulo variável, aumentando com o aumento da velocidade”

**Classifica** a afirmação como verdadeira ou como falsa. **Justifica** a tua resposta.



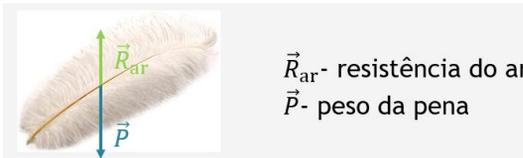
## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

### TAREFA 1:

- **O que acontece quando a bola de *bowling* e a pena são largadas com ar na câmara?**

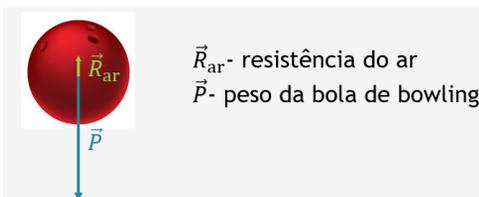
A bola cai mais rapidamente do que a pena devido à resistência do ar.

Na pena atuam as seguintes forças:



A pena, com peso bastante menor do que o da bola de *bowling*, quando cai, apresenta uma área transversal ao movimento (a área que «corta» o ar) maior do que na bola, o que aumenta a resistência do ar.

Na bola de *bowling* atuam as seguintes forças:



A bola *bowling* é compacta, pelo que a força que o ar exerce sobre ela, oposta ao seu movimento, é designada por resistência do ar (símbolo  $\vec{R}_{ar}$ ), tem uma intensidade pequena comparada com a do peso, sendo desprezável.

- **Explica por que motivo os dois objetos caem de forma diferente nessa situação.**

Os dois objetos caem de forma diferente devido à resistência do ar que afeta cada um deles de maneira muito distinta.

Resistência do ar,  $\vec{R}_{ar}$ :

- opõe-se ao movimento;
- depende da forma e tamanho do corpo;
- aumenta com a velocidade do corpo.

A pena experimenta uma resistência significativa devido à sua baixa densidade (pouca massa distribuída por uma grande área superficial) e geometria complexa - as “barbas” da pena criam turbulência e capturam o ar. Esta resistência aerodinâmica torna-se comparável à força gravitacional, reduzindo drasticamente a sua aceleração e causando movimento oscilatório.



## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

(Continuação)

A bola de *bowling*, pelo contrário, possui alta densidade (muita massa concentrada num volume pequeno) e forma aerodinâmica. Embora também experimente resistência do ar, esta força é negligível comparada com o seu peso, permitindo que mantenha uma aceleração muito próxima dos  $9,8 \text{ m/s}^2$  da gravidade.

**TAREFA 2: Elabora** um quadro resumo no caderno sobre o movimento do paraquedista.

| Movimento do paraquedista  |  |
|--|--|
| <p><b>Antes da abertura do paraquedas</b></p>  | <p>No início da queda, a velocidade aumenta, assim como a resistência do ar.</p> <p>A intensidade da resistência do ar é inferior à do peso e, por isso, a resultante das forças tem o sentido do movimento.</p> <p>A resultante das forças vai diminuindo porque vai aumentando a resistência do ar.</p> <p>A aceleração vai diminuindo.</p> <p><b>Movimento retilíneo acelerado:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- velocidade aumenta</li><li>- aceleração diminui</li></ul>  <p>Devido ao aumento da resistência do ar, as intensidades do peso e da resistência do ar acabam por se igualar.</p> <p>A resultante das forças e a aceleração tornam-se nulas e a velocidade fica constante.</p> <p>Esta velocidade chama-se 1.ª velocidade terminal (cerca de <math>200 \text{ km h}^{-1}</math>).</p> <p><b>Movimento retilíneo uniforme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- velocidade constante</li><li>- aceleração nula</li></ul>  |



## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

(Continuação)

### Movimento do paraquedista

#### Depois da abertura do paraquedas



Quando o paraquedas é aberto, há um aumento brusco da resistência do ar, cuja intensidade fica maior do que a do peso.

A resultante das forças passa a ter sentido oposto ao movimento, o que faz diminuir a velocidade.

Por isso, a resistência do ar começa a diminuir e o mesmo acontece com a resultante das forças e a aceleração.

#### Movimento retilíneo retardado:

- velocidade diminui
- aceleração diminui



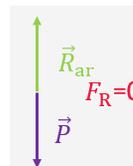
Por causa da diminuição da resistência do ar, as intensidades do peso e da resistência do ar acabam por se igualar.

A resultante das forças e a aceleração tornam-se nulas novamente e a velocidade fica constante.

Esta velocidade chama-se 2.<sup>a</sup> velocidade terminal (cerca de 20 km h<sup>-1</sup> ou menos).

#### Movimento retilíneo uniforme:

- velocidade constante
- aceleração nula



### TAREFA 3:

#### Exercício:

#### Justificação:

A resistência do ar na queda de um corpo é uma força com direção vertical que se opõe ao movimento, ou seja, tem sentido contrário ao do movimento.

A resistência do ar depende do tamanho e da forma do objeto.

O módulo da resistência do ar não é constante, pois varia com a velocidade do corpo, aumentando com o aumento da velocidade.

**Resposta: Verdadeira.**



## O QUE APRENDI?

**Já sabes** resolver problemas sobre a queda de um corpo com efeito de resistência do ar não desprezável?

### És capaz de...

- resolver problemas sobre a queda de um corpo com efeito de resistência do ar não desprezável, aplicando abordagens analíticas e gráficas, mobilizando as Leis de Newton?
- descrever o movimento de um paraquedista antes da abertura do paraquedas e depois da abertura do paraquedas?
- explicar as estratégias de resolução dos problemas e os raciocínios demonstrativos que fundamentam uma conclusão?
- relacionar novos conceitos com anteriores?
- perceber quando precisas de ajuda e saber pedir orientação?

### 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 [Queda com resistência do ar não desprezável](#) e resolve os exercícios propostos.



### Explora o simulador:

[Movimento do Projétil - Cinemática | Resistência do Ar | Curva Parabólica](#)

