

Queda com efeito da resistência do ar não desprezável



Essencial

- Interpretar, e caracterizar, movimentos retilíneos (uniformes, uniformemente variados e variados) ~~e circulares uniformes~~, tendo em conta a resultante das forças e as condições iniciais.
- 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.

Palavras-chave

- Queda livre.
- Resistência do ar.
- Velocidade terminal.

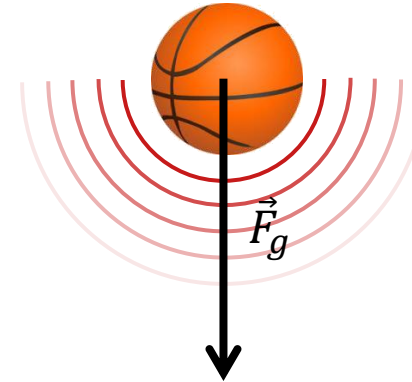


Queda livre

A **queda livre** é um movimento em que é **desprezada a força de atrito do ar!**

Esta não é uma situação que aconteça em situações normais.

Mas... em condições normais (com atmosfera) **um corpo *choca* com as moléculas do ar!**

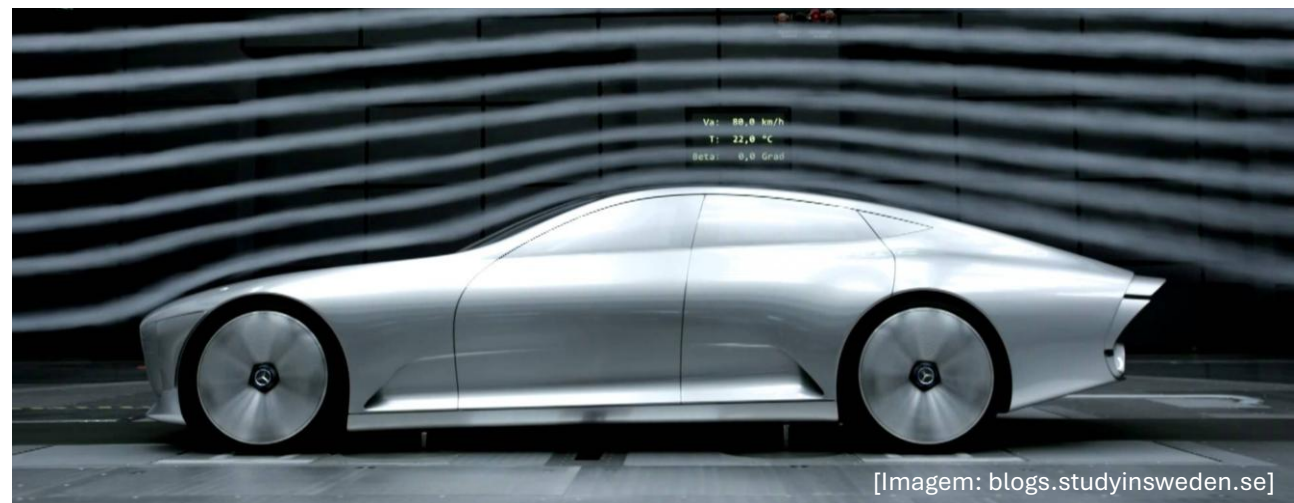
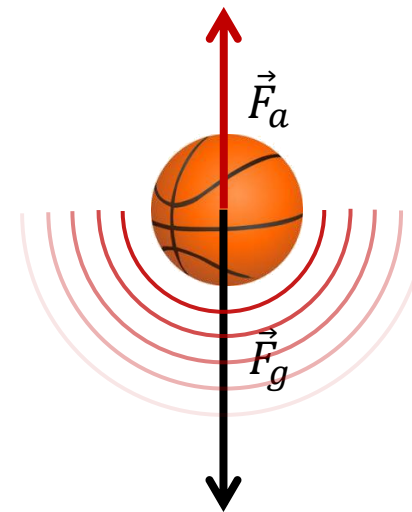


Resistência do ar

Um corpo em movimento tem sobre si aplicada uma força de atrito do ar, $\vec{F}_a$, devida ao contacto com as moléculas gasosas, que:

- É contrária ao sentido do movimento!
- Depende da velocidade!
- Depende da forma do corpo!

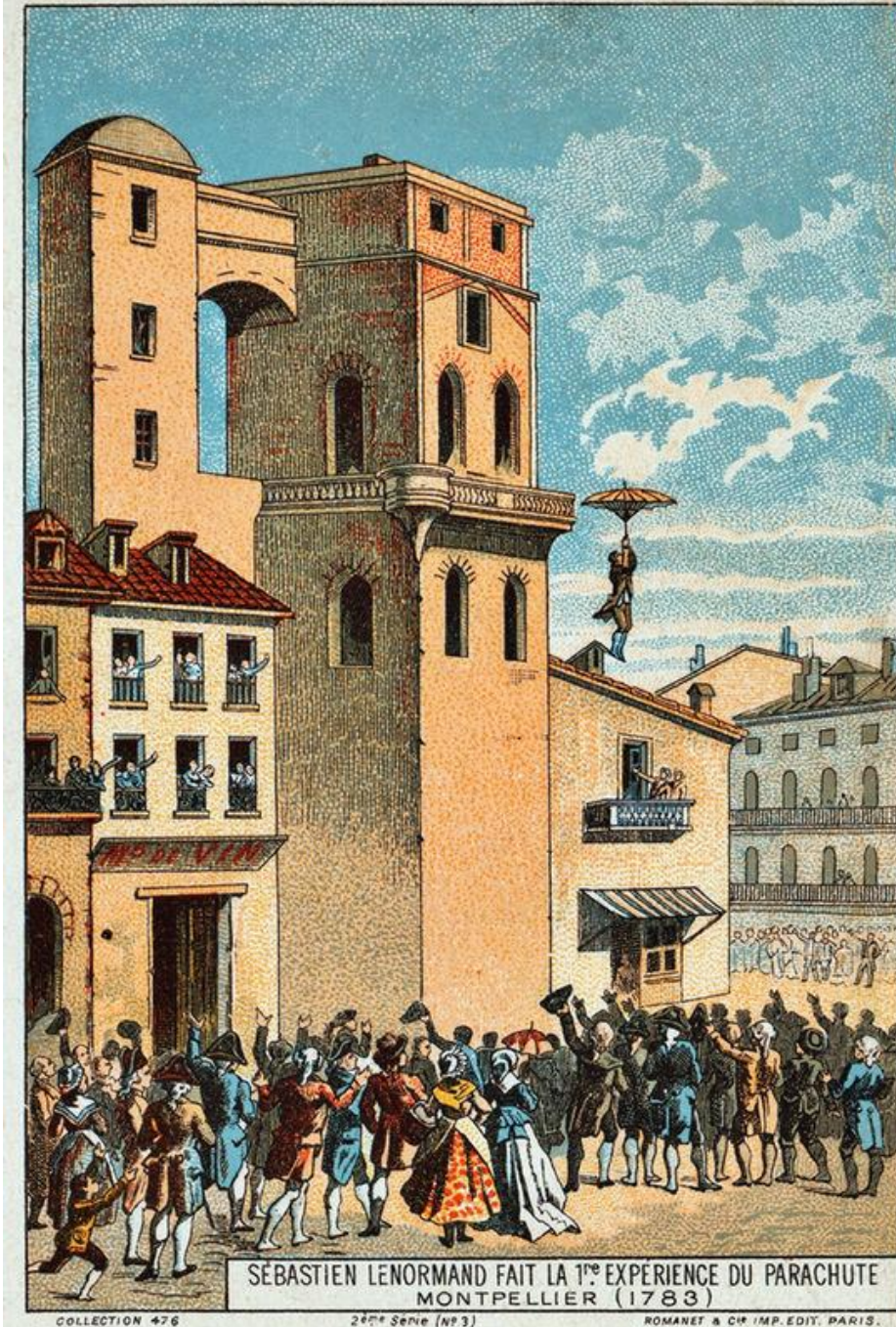
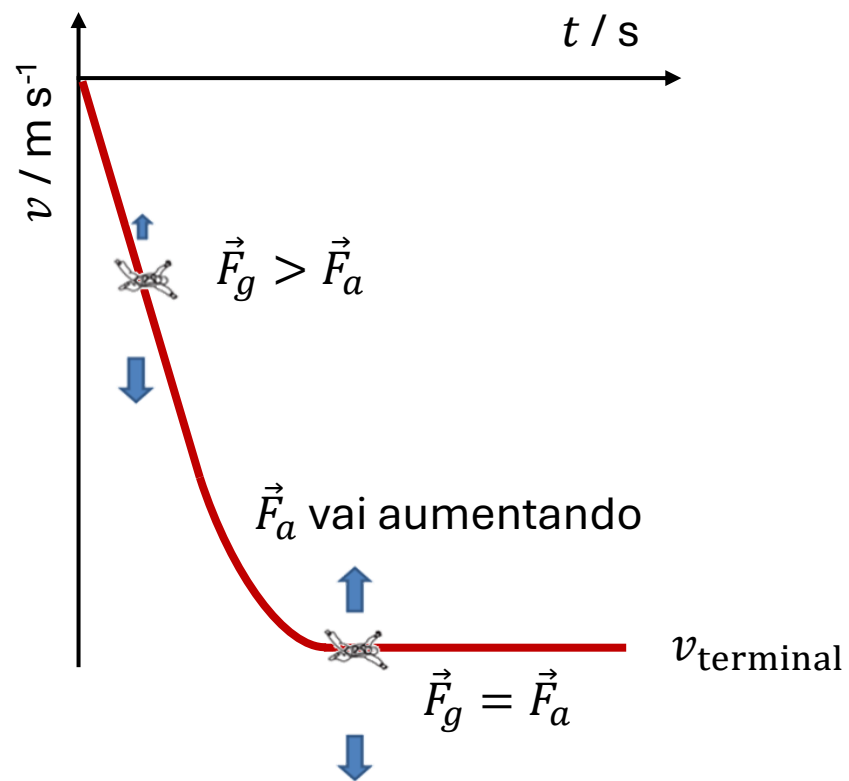
Determinados corpos são construídos para que esta força seja o menor possível!



[Imagem: blogs.studyinsweden.se]

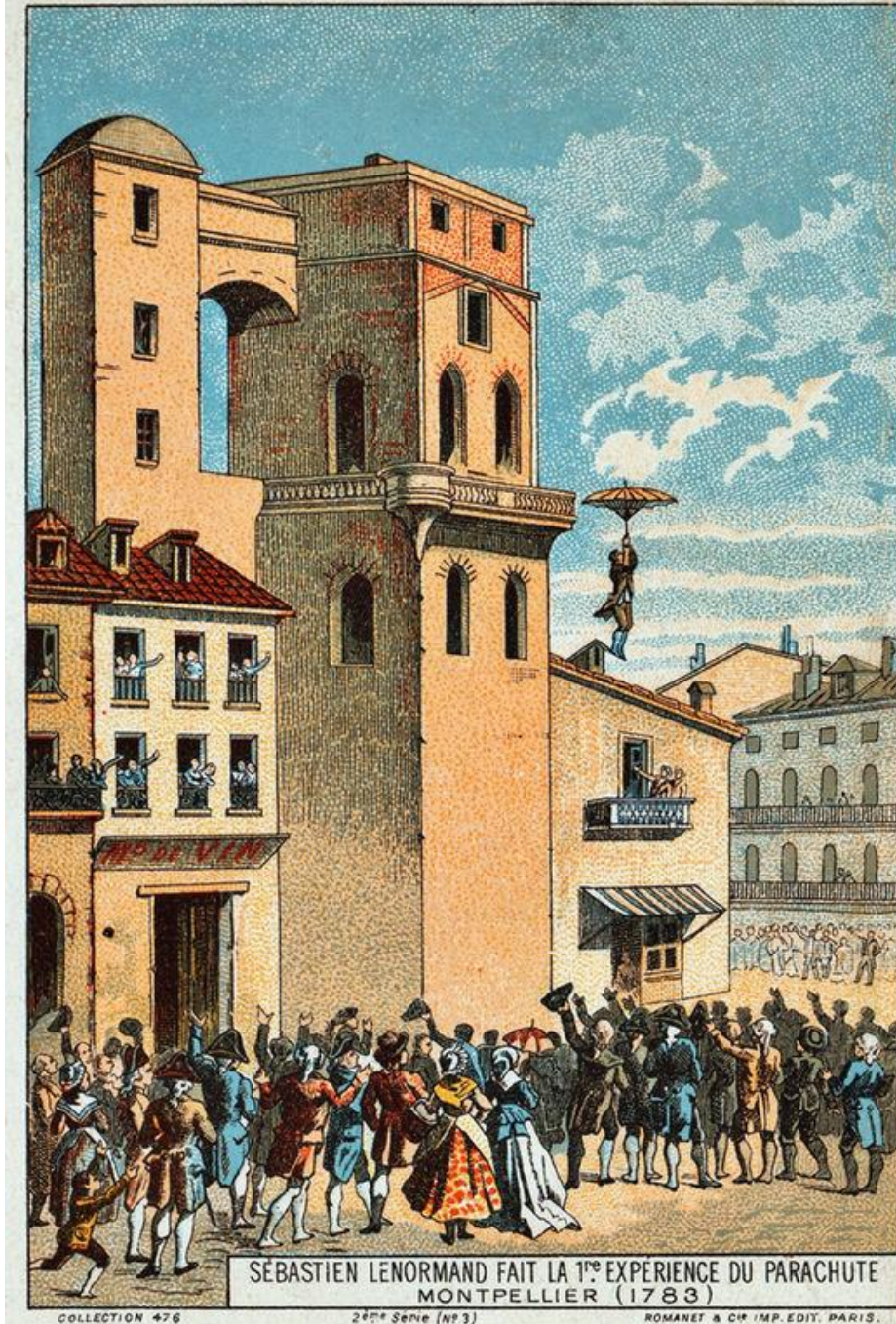
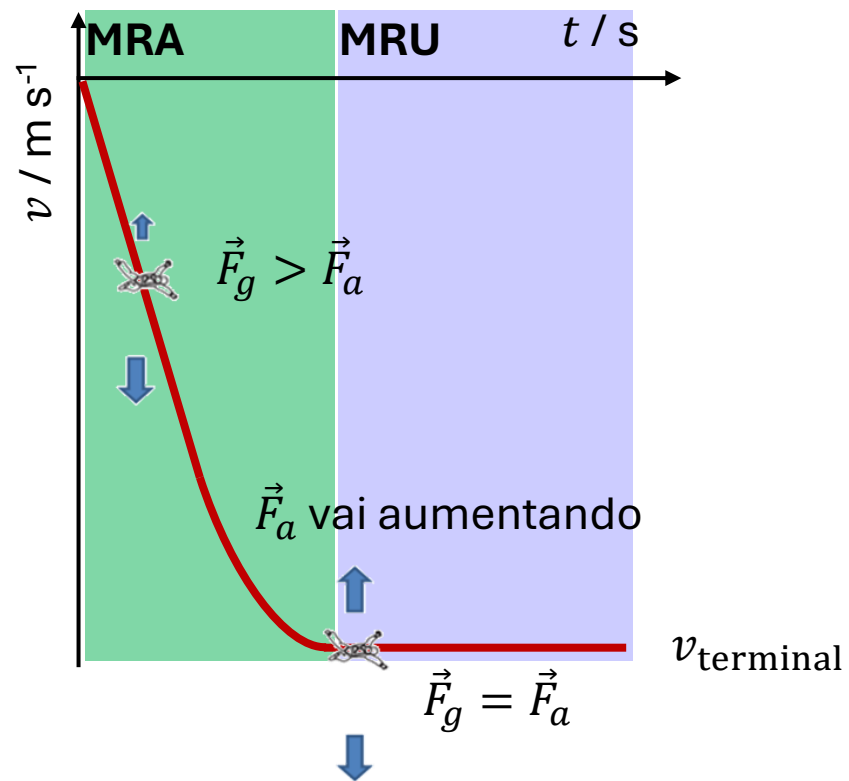
Velocidade terminal

Quando há resistência do ar, um corpo em queda atinge um valor máximo de velocidade: **velocidade terminal**.



Velocidade terminal

Quando há resistência do ar, um corpo em queda atinge um valor máximo de velocidade: **velocidade terminal**.





Movimento de um paraquedista

Como se pode caracterizar todo o percurso de queda de um paraquedista?

GRAVITY



SCIENCE
OUT LOUD

PHOTO
VIDEOS



Elastic Science



Movimento de um paraquedista

1. Saída do avião

$$v_{\text{inicial}} = 0 \text{ m s}^{-1}$$



Movimento de um paraquedista

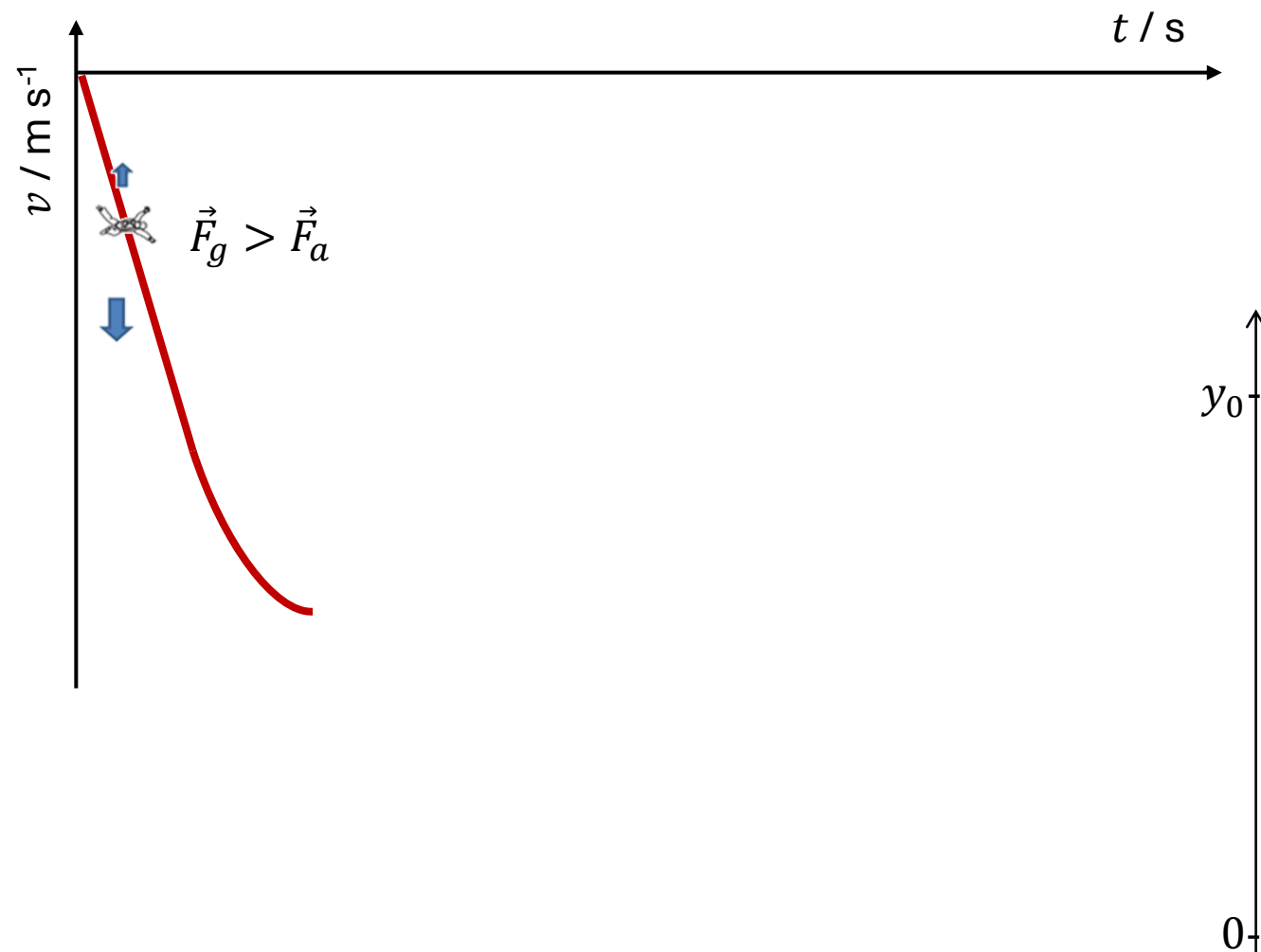
2. Queda

$$\vec{F}_g > \vec{F}_a$$

$\vec{F}_a$ vai aumentando

O módulo da velocidade aumenta,
mas cada vez menos!

Movimento Retilíneo Acelerado (MRA)



Movimento de um paraquedista

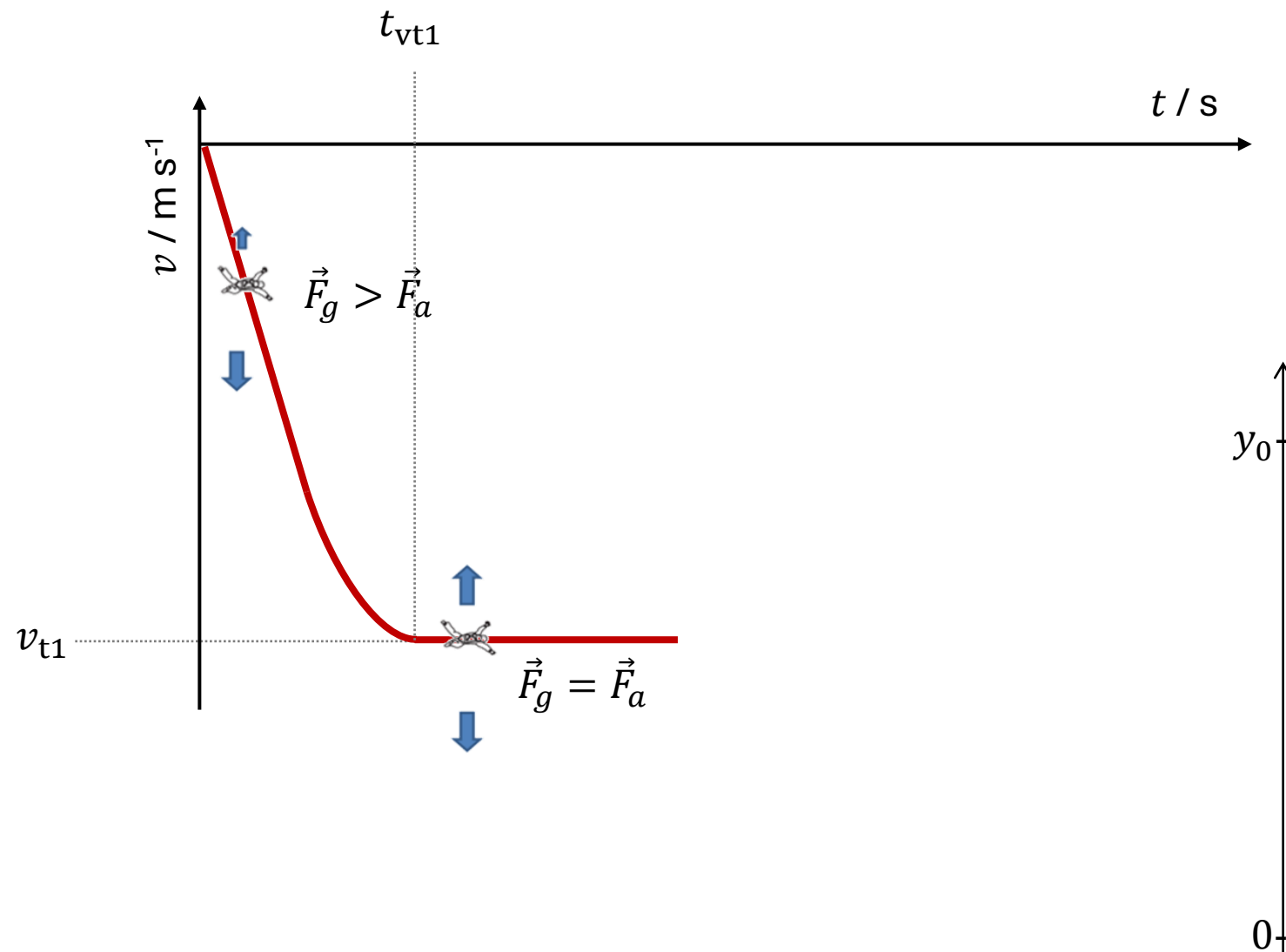
3. Primeira velocidade terminal, v_{t1}

$\vec{F}_a$ vai aumentando até que $\vec{F}_g = \vec{F}_a$

1ª Lei de Newton?

A velocidade permanece constante!

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)



Movimento de um paraquedista

4. Abertura do paraquedas

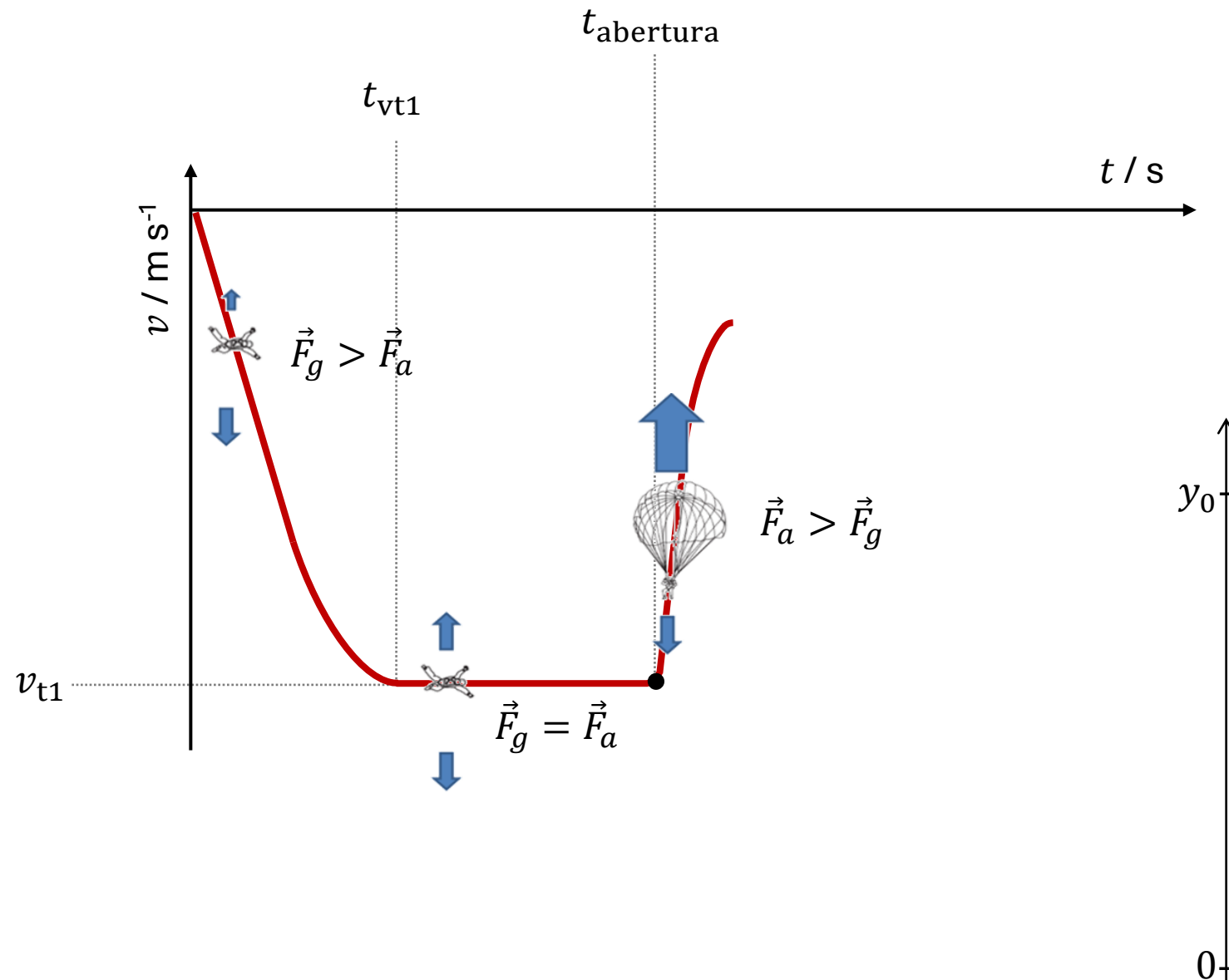
A abertura do paraquedas aumenta a superfície (área) de contacto!

$$\vec{F}_a \gg \vec{F}_g$$

$\vec{F}_a$ vai diminuindo

A velocidade diminui, mas cada vez menos!

Movimento Retilíneo Retardado (MRR)



Movimento de um paraquedista

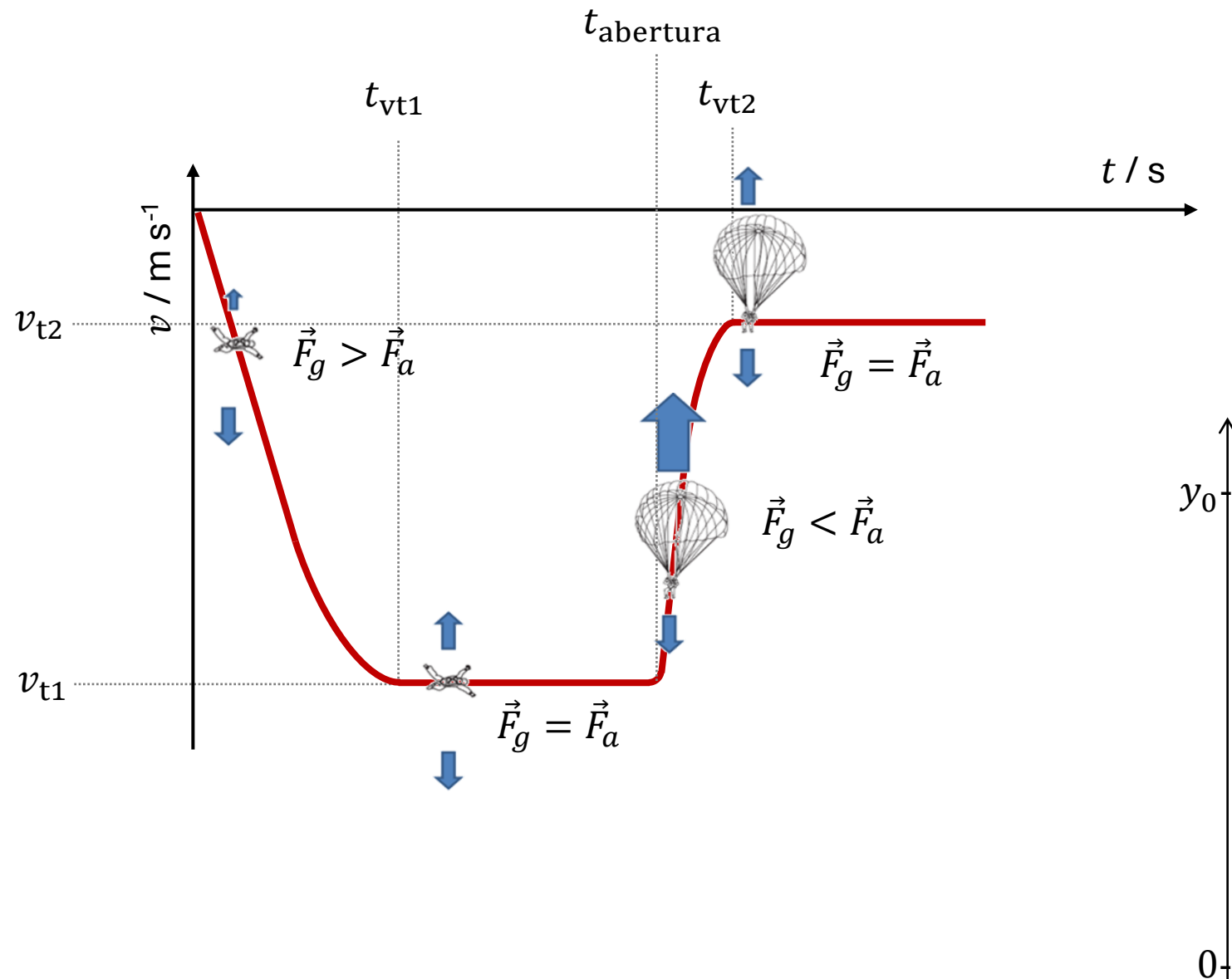
5. Segunda velocidade terminal, v_{t2}

$\vec{F}_a$ vai diminuindo até que $\vec{F}_g = \vec{F}_a$

1ª Lei de Newton?

A velocidade permanece constante!

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)



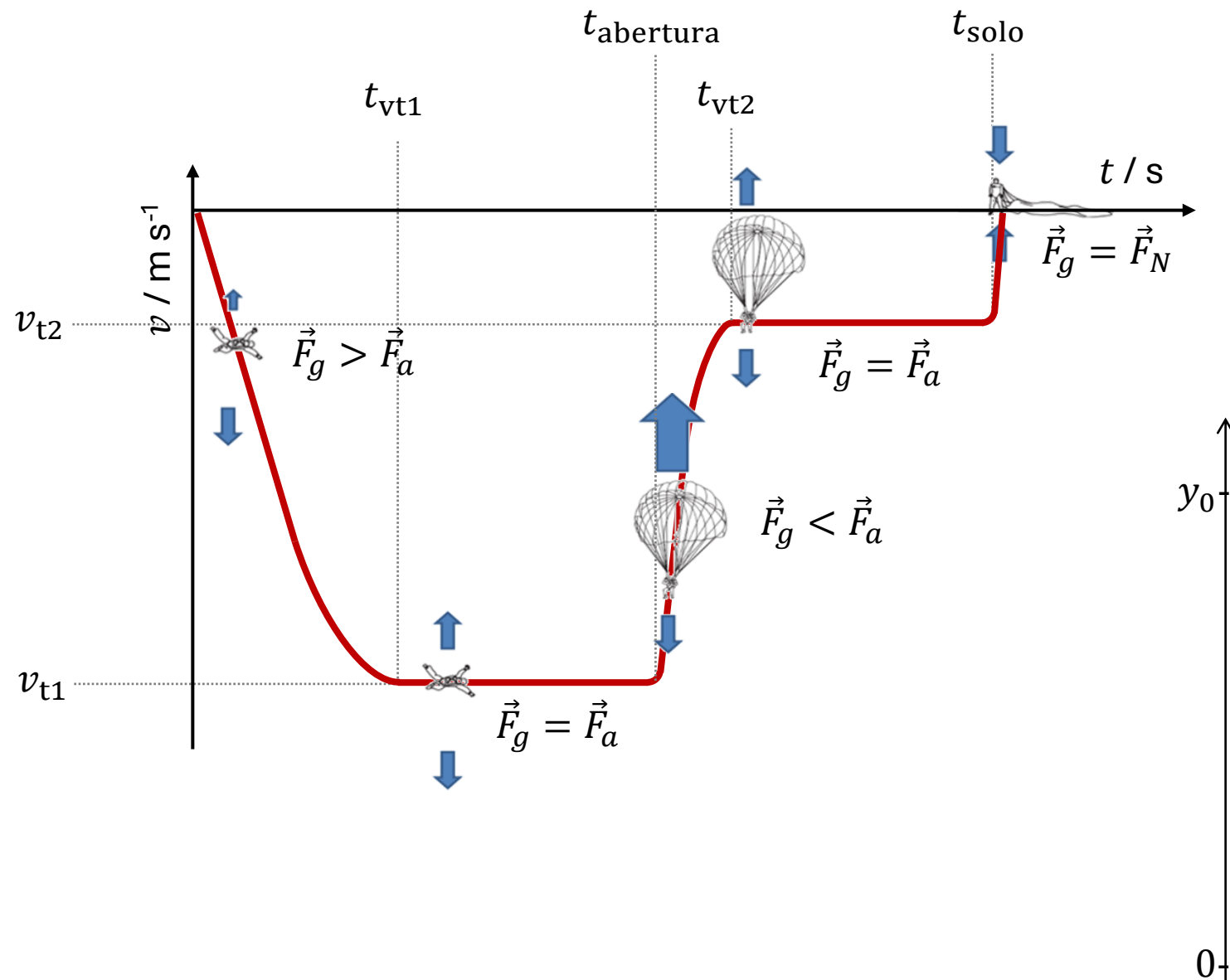
Movimento de um paraquedista

6. Chegada ao solo

$$\vec{F}_g = \vec{F}_N$$

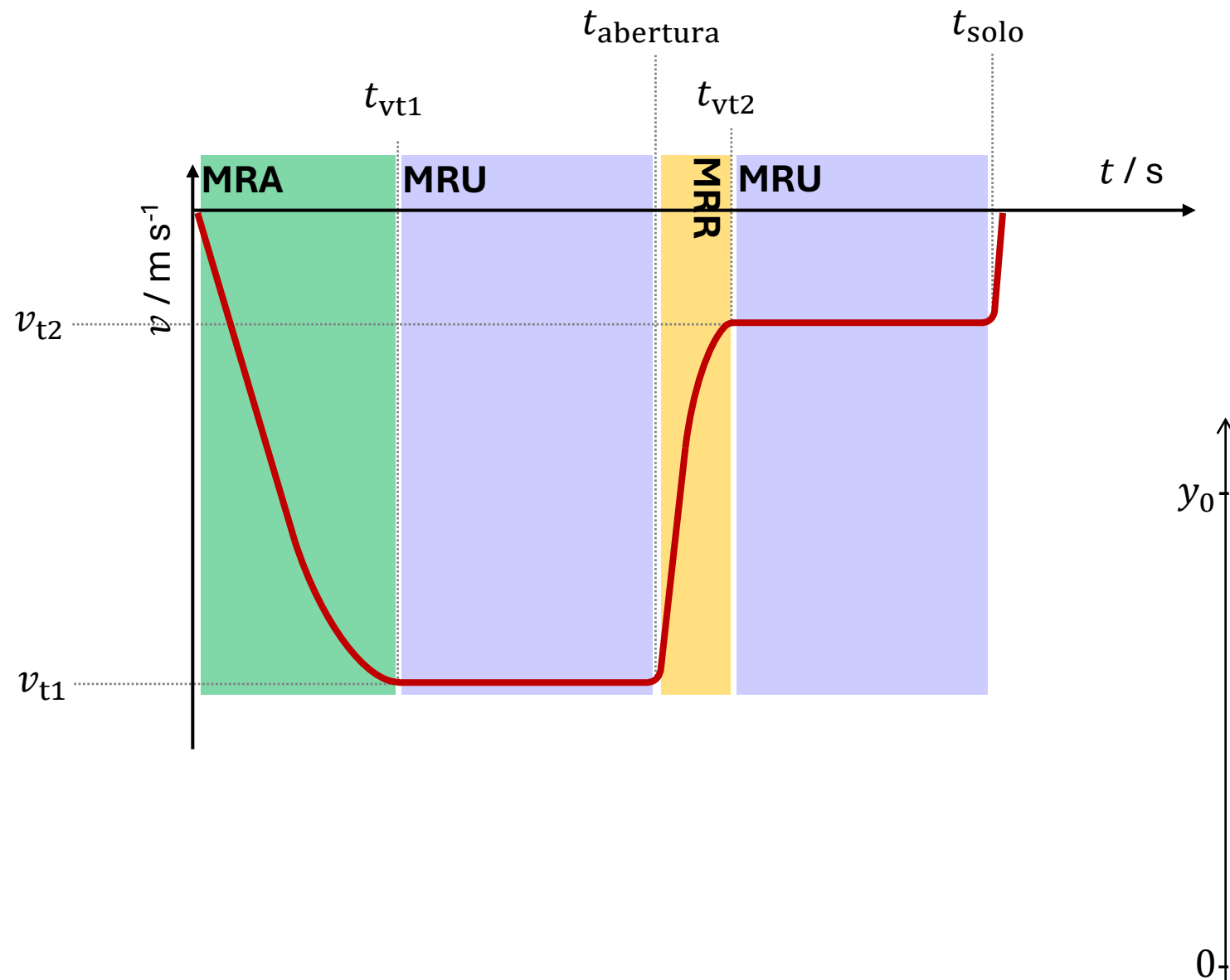
$$v_{\text{final}} = 0 \text{ m s}^{-1}$$

Repouso



Movimento de um paraquedista

Caracterização de movimentos



Essencial

- Interpretar, e caracterizar, movimentos retilíneos (uniformes, uniformemente variados e variados) ~~e circulares uniformes~~, tendo em conta a resultante das forças e as condições iniciais.
 - 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.
-

Palavras-chave

- Queda livre.
 - Resistência do ar.
 - Velocidade terminal.
-

Bibliografia

- “Aprendizagens Essenciais – Física e Química A – 11º ano”, Ministério da Educação, 2018.
 - C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, “Física 11 A”, Areal Editores, Porto, 2016.
 - M. Alonso, E. J. Finn, “Física”, Escolar Editora, 2012, Lisboa.
 - C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, “Rumo à Física – 11º Ano”, Areal Editores, Porto, 2022.
 - G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, “11F”, Texto Editores, Lisboa, 2022.
-

Ligações

- [Physics of Sky Diving](#), 06/11/2017.
- [James Bond and Terminal Velocity](#), 06/11/2017.
- [Red Bull Stratos - The Full Story](#), 07/11/2017.
- [The Physics of Skydiving \(Science Out Loud S2 Ep1\)](#), 10/11/2019.