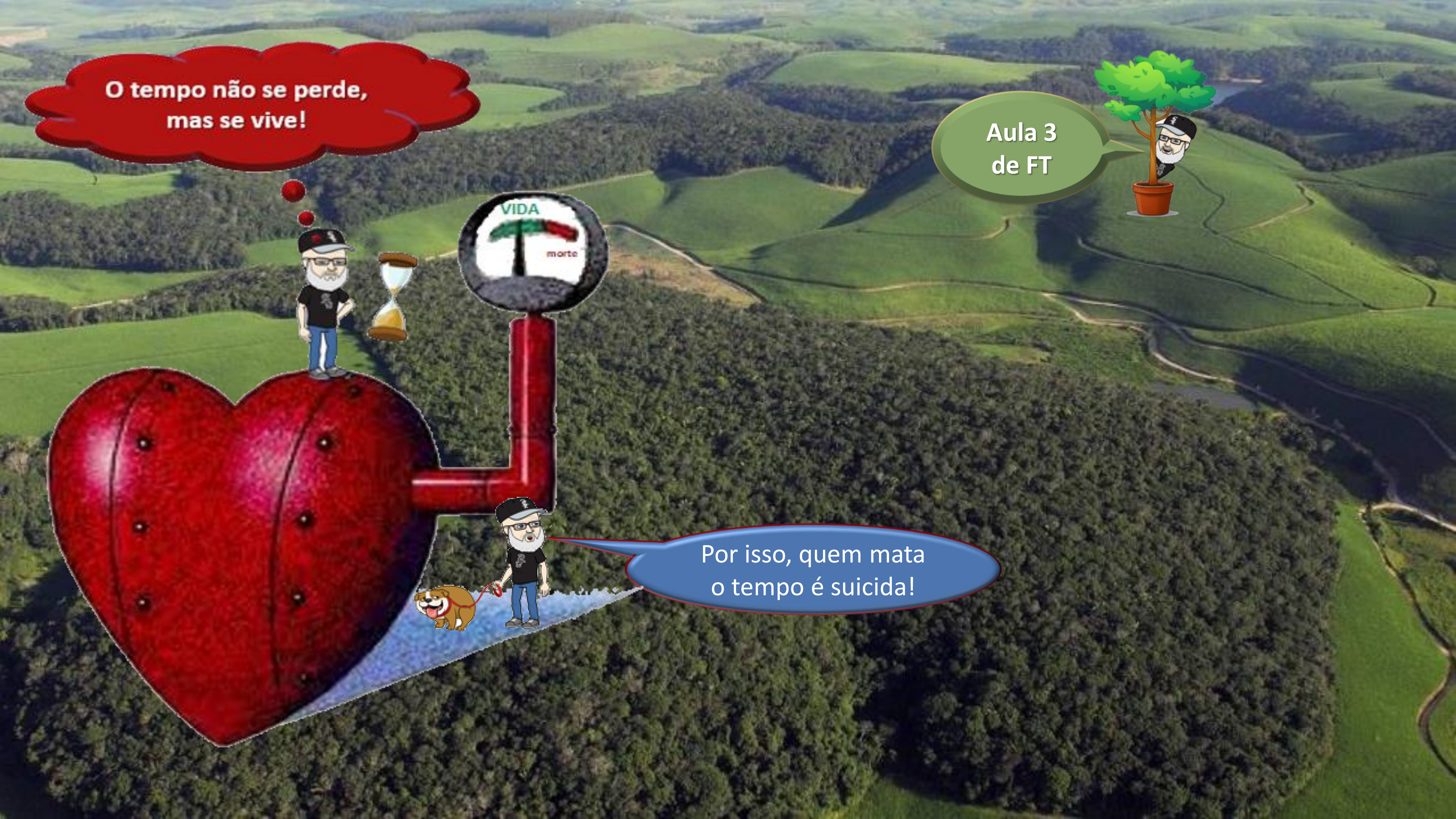
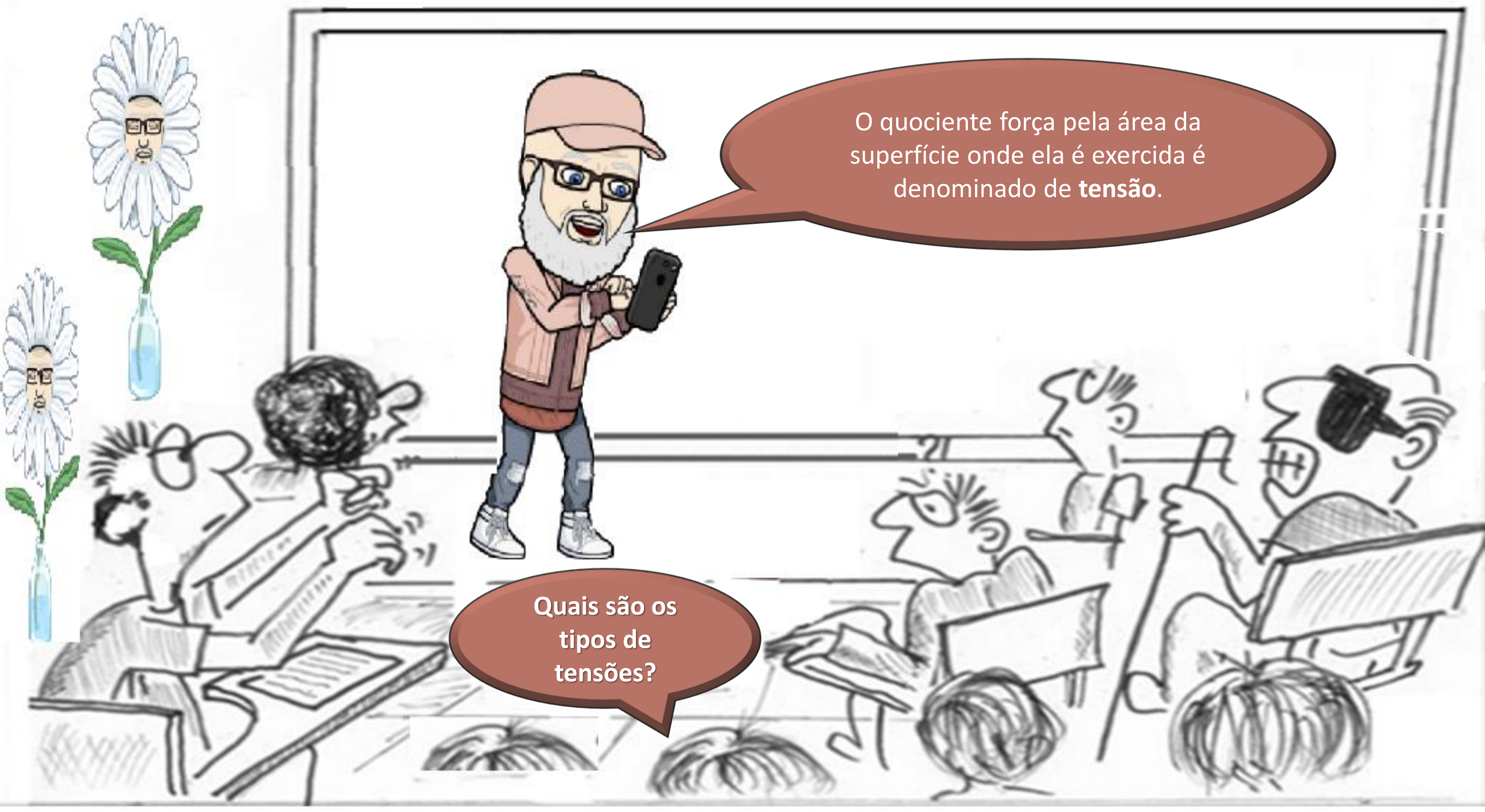
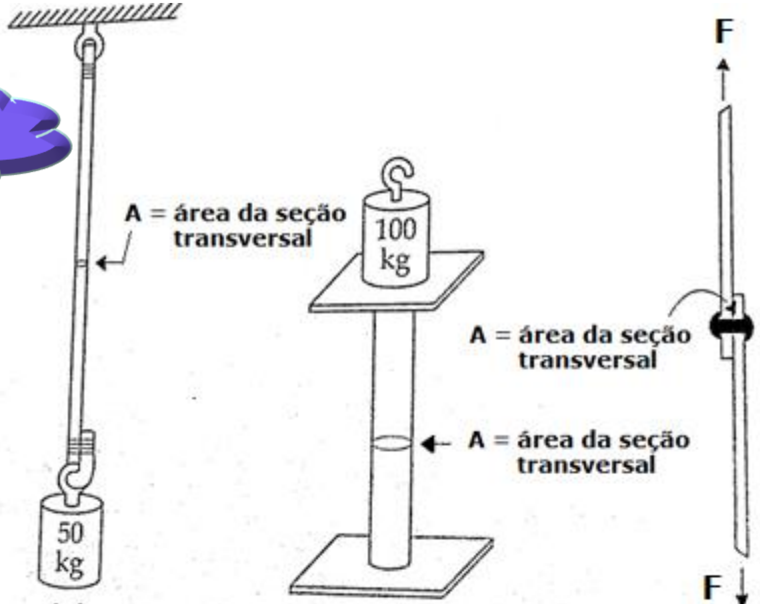

O tempo não se perde,
mas se vive!
VIDA
morte
Aula 3
de FT
Por isso, quem mata
o tempo é suicida!


O quociente força pela área da superfície onde ela é exercida é denominado de **tensão**.
Quais são os tipos de tensões?

Na mecânica as principais tensões são: tensão de tração (tende a alongar o corpo), tensão de pressão (tende a comprimir o corpo) e tensão tangencial, **também denominada de tensão de cisalhamento** (tende a cortar (cisalhar) o corpo), respectivamente **(a), (b)** e **(c)** da figura

Consequências!

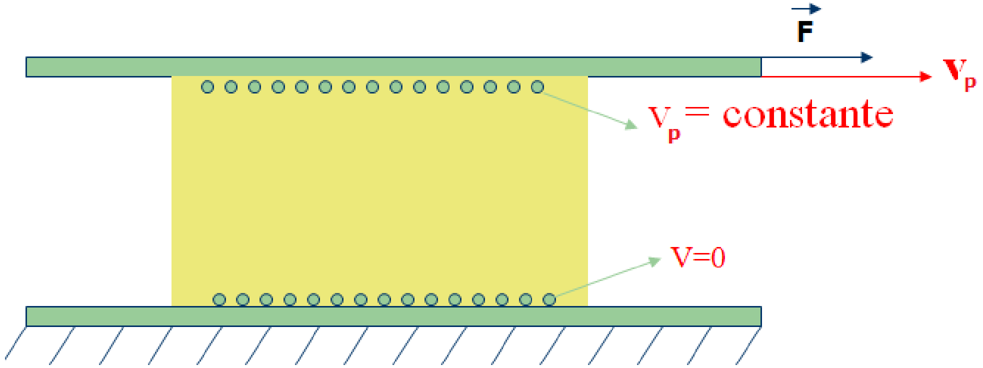


(a) (b) (c)

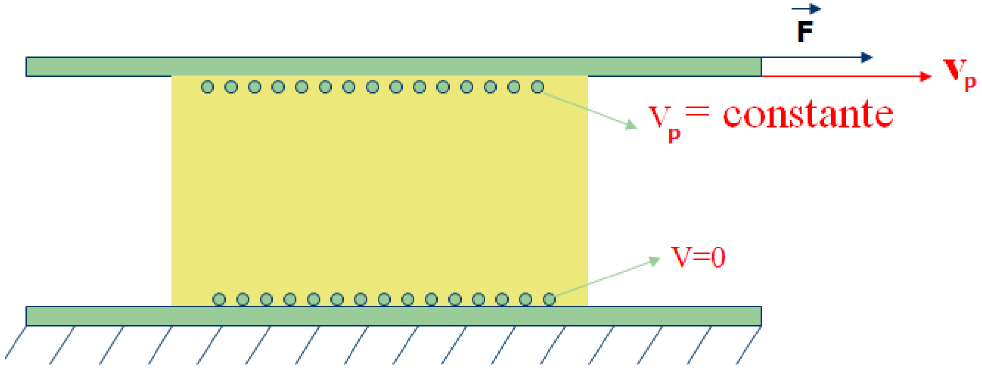

A viscosidade (μ) é uma das propriedades importantes do fluido para se estudar a tensão de cisalhamento, pois quando ele escoa, verifica-se um movimento relativo entre as suas partículas, resultando um atrito entre as mesmas. **Atrito interno** ou **viscosidade** é a propriedade dos fluidos responsável pela sua resistência ao escoamento. A **viscosidade (μ)** é a constante de proporcionalidade da **lei de Newton da viscosidade.**
Lei de Newton da viscosidade, como surgiu?

Através da experiência das duas placas, onde se verifica dois fatos importantes: primeiro as partículas fluidas em contato com a superfície sólida têm a velocidade da superfície (princípio de aderência), segundo decorrido um tempo dt a placa submetida inicialmente a força F adquire velocidade constante.

Se a velocidade da placa móvel é constante não há resultante nela!



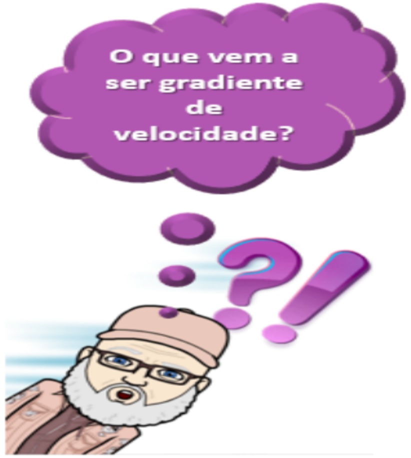
Isso mesmo! Já a variação da velocidade nas camadas fluidas ocorre pela presença de atrito entre elas, isto porque existe um deslizamento entre as camadas originando as tensões de cisalhamento (τ) que multiplicada pela área de contato do fluido com a superfície em movimento resulta na força tangencial interna ao fluido, que é responsável pelo equilíbrio da força externa F .

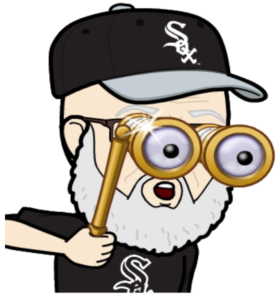


$$\mathbf{F} = \mathbf{F_t} = \tau \times \mathbf{A_{contato}}$$

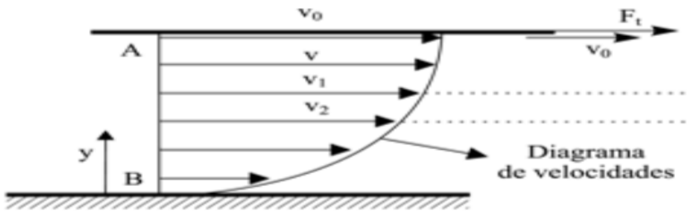
$\mathbf{F_t} \rightarrow$ **força de resistência viscosa**


Onde a tensão de cisalhamento é calculada pela **lei de Newton da viscosidade, que tem o seguinte enunciado:** “ A TENSÃO DE CISALHAMENTO É DIRETAMENTE PROPORCIONAL AO GRADIENTE DE VELOCIDADE. ”
O que vem a ser o gradiente de velocidade?

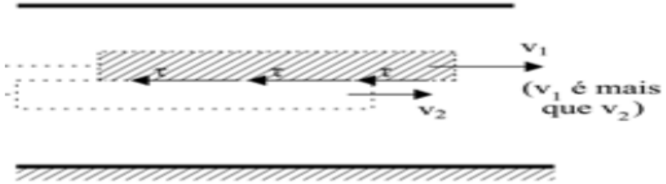




experiência das duas placas



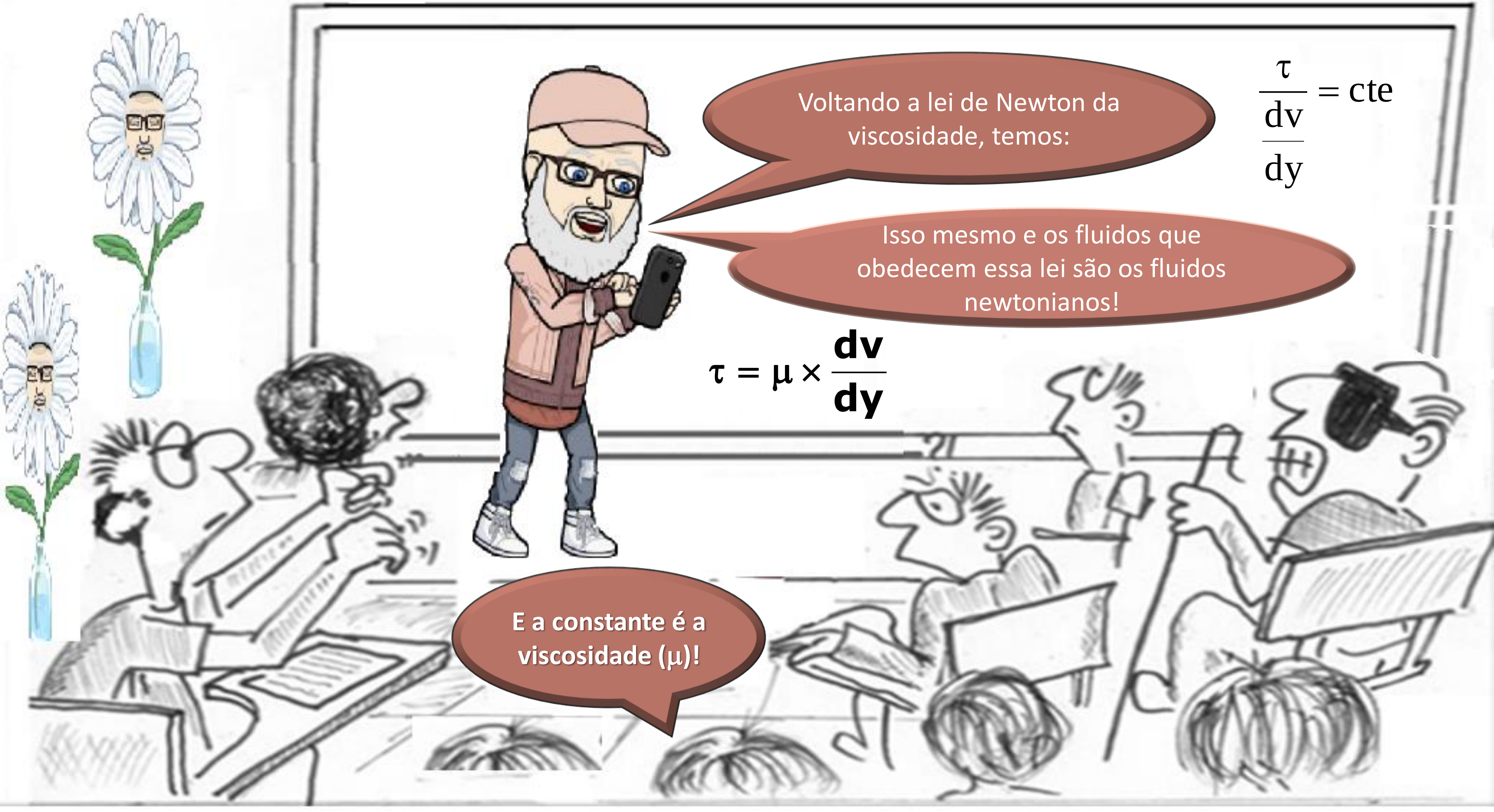
redução da velocidade



estuda a variação da v na direção mais rápida

$$\frac{dv}{dy}$$

$$\left[\frac{dv}{dy}\right] = T^{-1} \therefore \left[\frac{dv}{dy}\right] = s^{-1} = Hz$$


Voltando a lei de Newton da viscosidade, temos:
$$\frac{\tau}{\frac{dv}{dy}} = cte$$
Isso mesmo e os fluidos que obedecem essa lei são os fluidos newtonianos!
$$\tau = \mu \times \frac{dv}{dy}$$
E a constante é a viscosidade (μ)!

Qualitativamente, temos:

$$\frac{M \times L \times T^{-2}}{L^2} = [\mu] \times \frac{L \times T^{-1}}{L} \therefore [\mu] = \frac{M}{L \times T} = \frac{F \times T}{L^2}$$

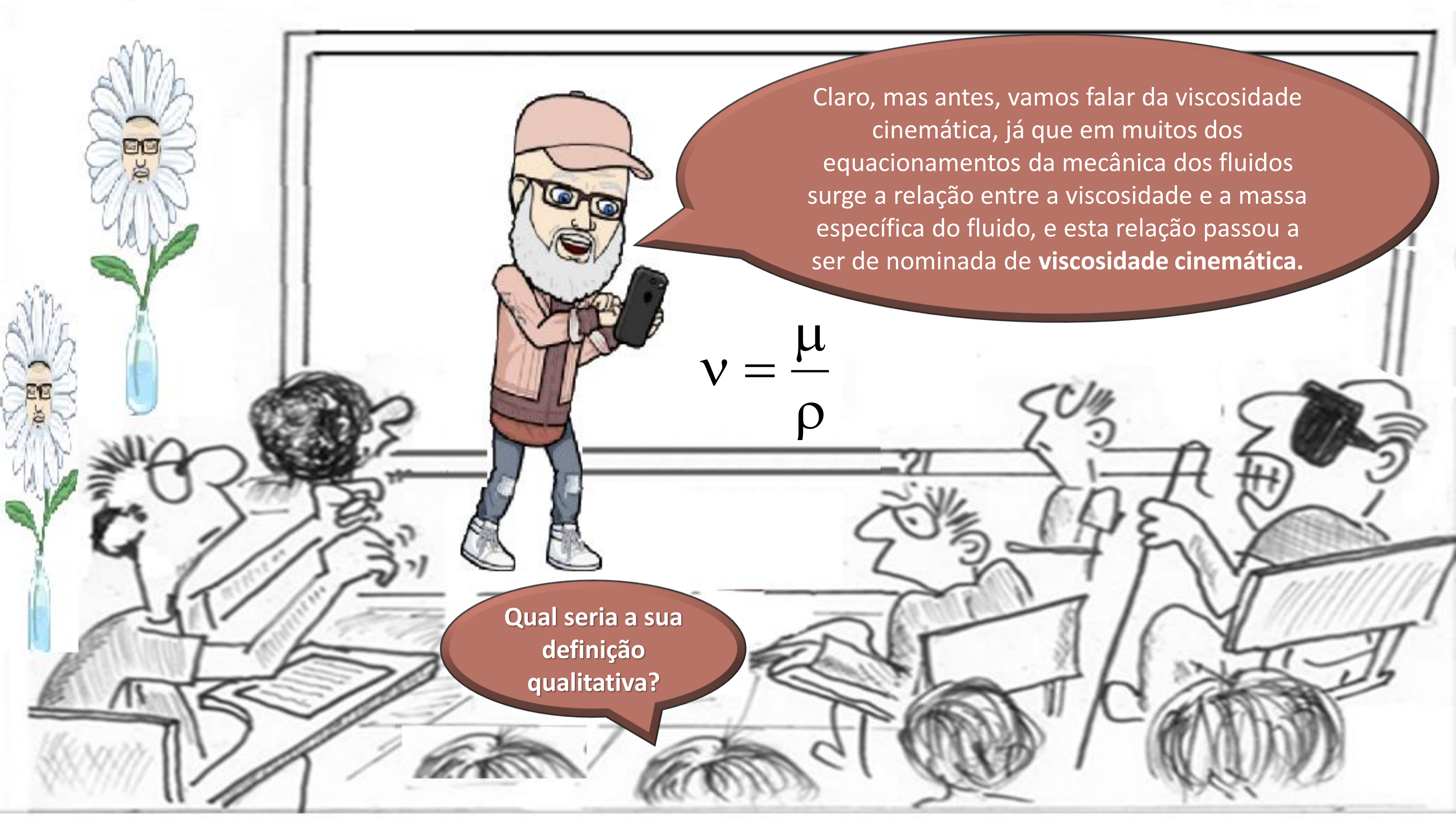
Já quantitativamente:

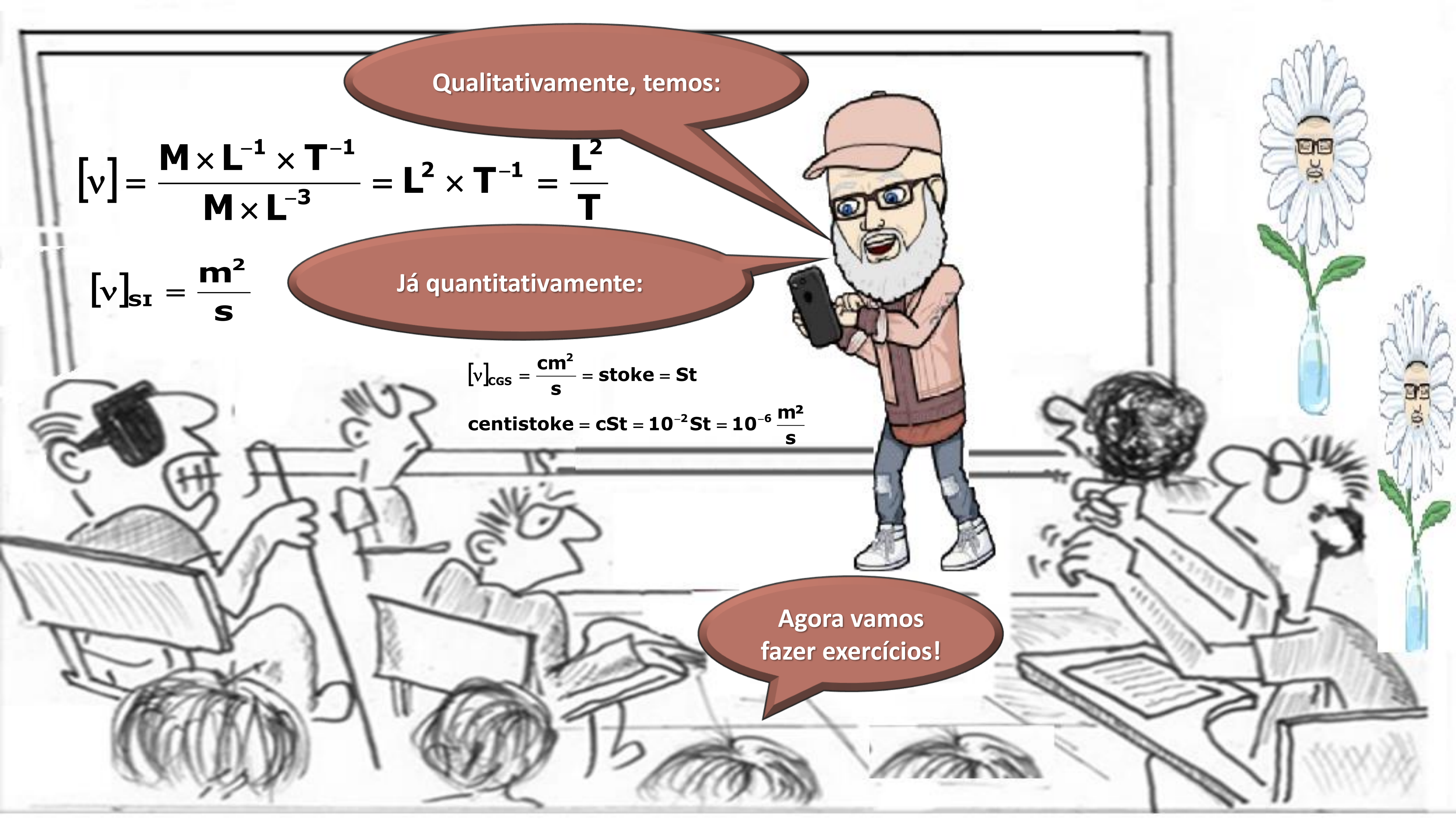
$$[\mu]_{SI} = \frac{kg}{m \times s} = \frac{N \times s}{m^2} = Pa \times s$$

$$[\mu]_{CGS} = \frac{g}{cm \times s} = \frac{dina \times s}{cm^2} = poise = P = 0{,}1\frac{N \times s}{m^2} = 0{,}1 Pa \times s$$

$$centipoise = cP = 10^{-2} P = 10^{-3}\frac{N \times s}{m^2} = 10^{-3} Pa \times s$$

Gostaria de aplicar isso!


Claro, mas antes, vamos falar da viscosidade cinemática, já que em muitos dos equacionamentos da mecânica dos fluidos surge a relação entre a viscosidade e a massa específica do fluido, e esta relação passou a ser de nominada de **viscosidade cinemática.**
$\nu = \frac{\mu}{\rho}$
Qual seria a sua definição qualitativa?



$$[\nu] = \frac{M \times L^{-1} \times T^{-1}}{M \times L^{-3}} = L^2 \times T^{-1} = \frac{L^2}{T}$$

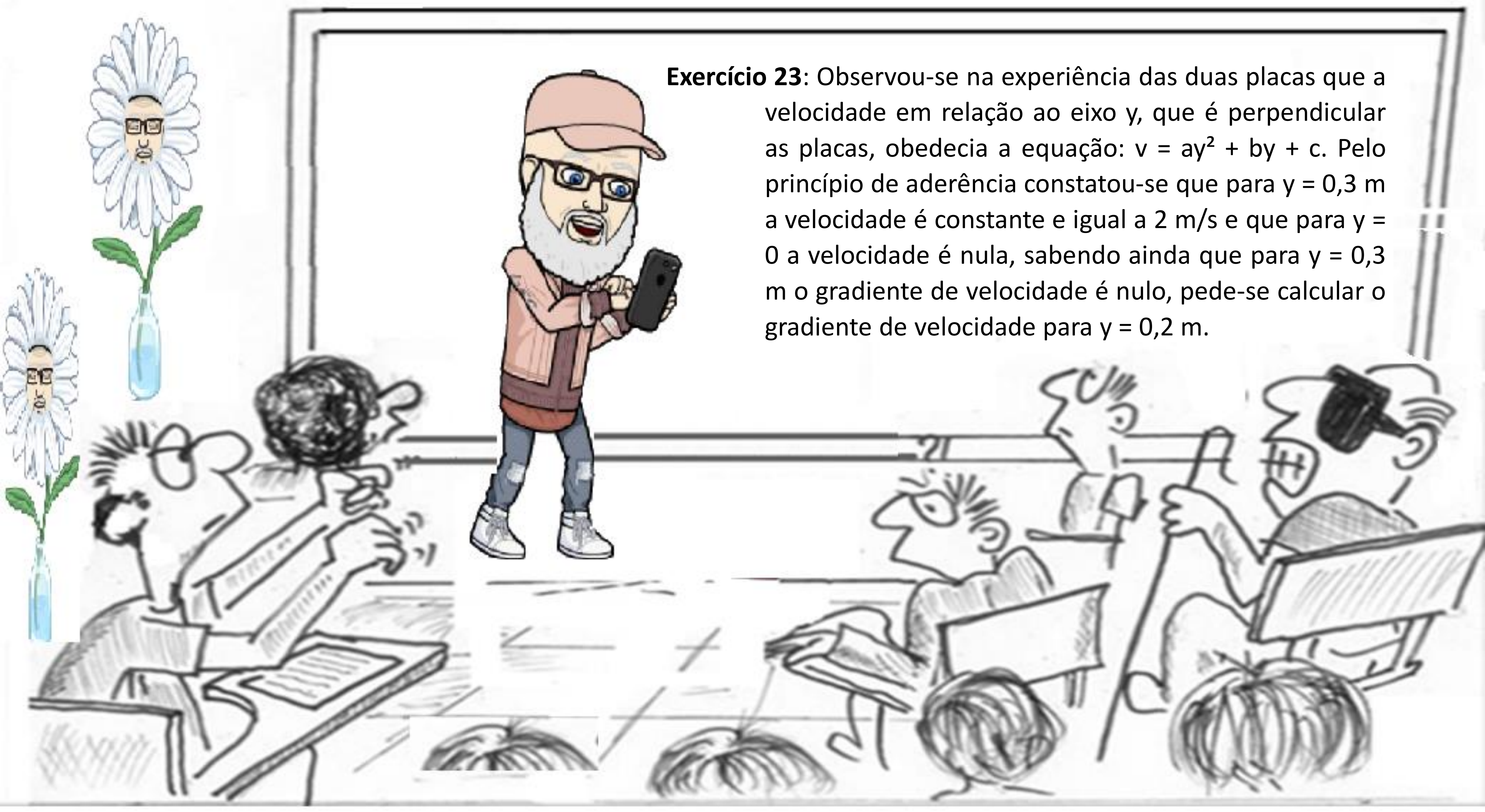
$$[\nu]_{SI} = \frac{m^2}{s}$$

$$[\nu]_{CGS} = \frac{cm^2}{s} = \text{stoke} = St$$

$$\text{centistoke} = cSt = 10^{-2} St = 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

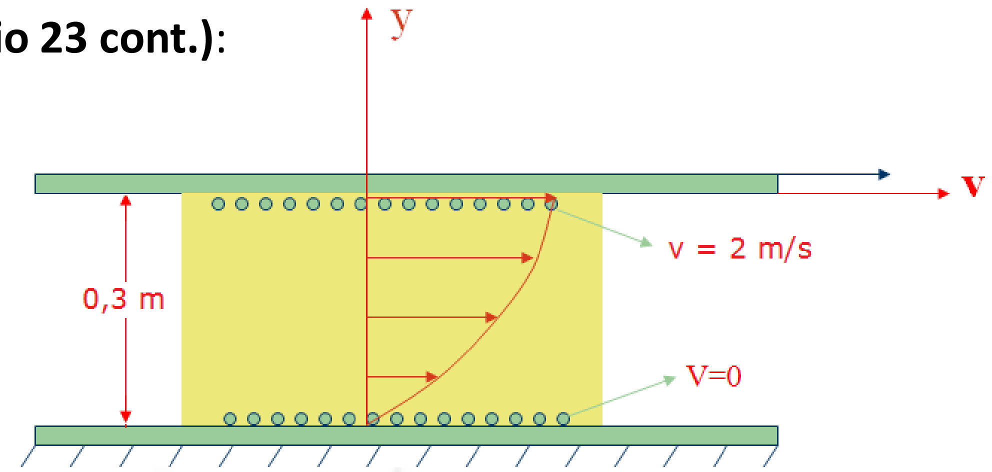
Exercício 20: A viscosidade cinemática de um óleo é 0,032 m^2/s e seu peso específico relativo é 0,79. Determine a viscosidade dinâmica no SI e no CGS.

Exercício 21: O peso de 3 dm^3 de uma substância é 23,5 N. A viscosidade cinemática é 10^{-5} m^2/s. se g = 9,8 m/s^2, qual será a viscosidade dinâmica no SI e em cP (centipoise).



Exercício 23: Observou-se na experiência das duas placas que a velocidade em relação ao eixo y, que é perpendicular as placas, obedecia a equação: $v = ay^2 + by + c$. Pelo princípio de aderência constatou-se que para $y = 0,3$ m a velocidade é constante e igual a 2 m/s e que para $y = 0$ a velocidade é nula, sabendo ainda que para $y = 0,3$ m o gradiente de velocidade é nulo, pede-se calcular o gradiente de velocidade para $y = 0,2$ m.

Exercício 23 cont.):

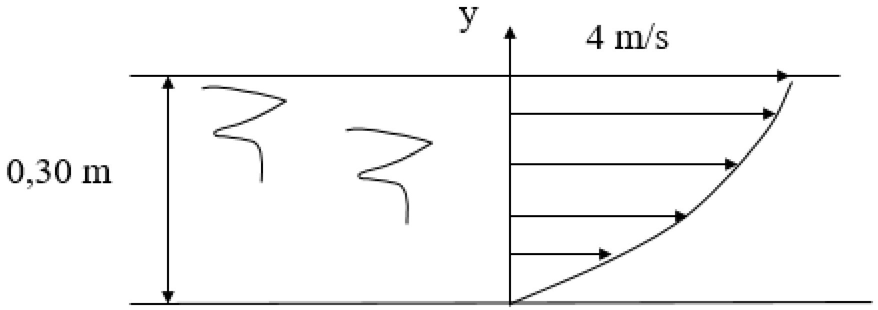


Sabendo-se que a figura a seguir é a representação de uma parábola que apresenta o vértice para y = 30 cm, pede-se:

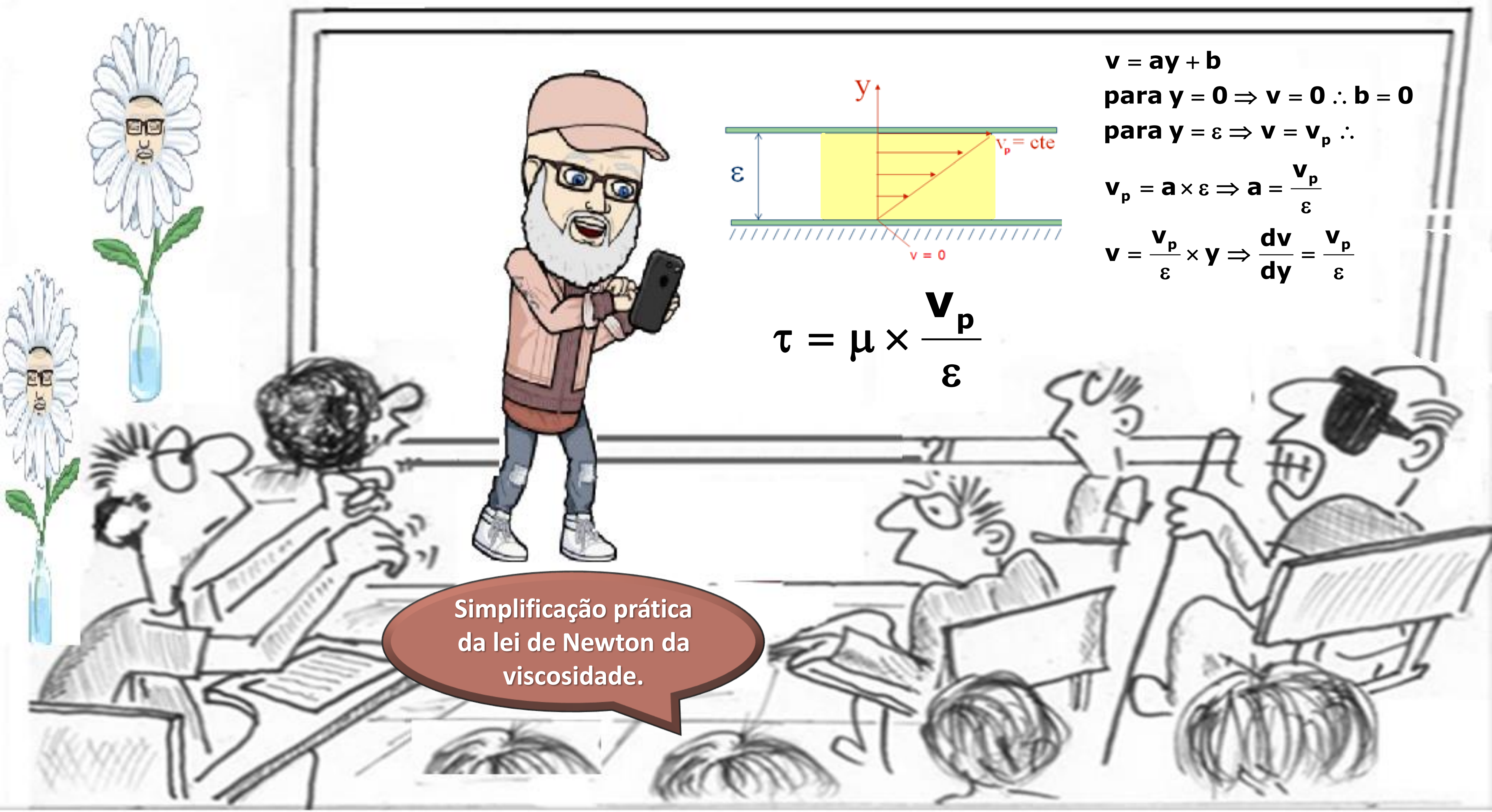
a) A equação que representa a função v = f(v)

b) A equação que representa a função do gradiente de velocidade em relação ao y

c) A tensão de cisalhamento para y = 0,1; 0,2 e 0,3 m, sabendo que a viscosidade do fluido é 0,02 Pa*s



Como na prática a espessura do fluido lubrificante existente entre a placa fixa e a placa móvel é muito pequena **se considera a variação da velocidade em y como sendo linear.**



y
ε
v_p = cte
v = 0
$\tau = \mu \times \dfrac{v_p}{\varepsilon}$
$v = ay + b$
para $y = 0 \Rightarrow v = 0 \therefore b = 0$
para $y = \varepsilon \Rightarrow v = v_p \therefore$
$v_p = a \times \varepsilon \Rightarrow a = \dfrac{v_p}{\varepsilon}$
$v = \dfrac{v_p}{\varepsilon} \times y \Rightarrow \dfrac{dv}{dy} = \dfrac{v_p}{\varepsilon}$
Simplificação prática da lei de Newton da viscosidade.

Exercício 22: São dadas duas placas planas paralelas à distância de 2,5 mm. A placa superior move-se com velocidade de 3 m/s, enquanto a inferior é fixa. Se o espaço entre as duas placas for preenchido com óleo (ν = 0,18 St e ρ_R = 0,85), qual será a força de resistência viscosa observada. Dado: área de contato entre fluido e placa superior igual a 2,5 m².