PRIMEIRA AULA DE LABORATÓRIO DA DISCIPLINA ME5330

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio

06/08/2013

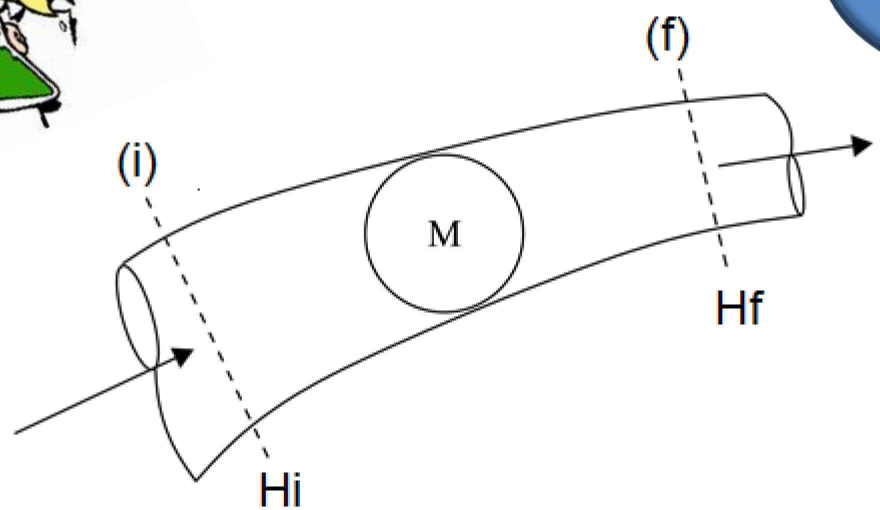
O QUE APLICAREMOS NESTA AULA DE LABORATÓRIO

1. Equação da energia para o escoamento em regime permanente
2. Cálculo das perdas de carga
3. Conceito de potência e rendimento


Para facilitar as aplicações propostas, inicio evocando alguns conceitos que foram abordados no curso de mecânica dos fluidos básica.
Ainda bem, pois eu já esqueci praticamente tudo!

1. Equação da energia para regime permanente em uma instalação com uma entrada e uma saída

Considerando o trecho ao lado.



Nesta possibilidade efetuamos um balanço de carga, onde temos 4 termos:

$$H_{inicial} + H_M = H_{final} + H_{p_{i-f}}$$

onde:

$H_{inicial}$ = carga inicial e H_{final} = carga final

H_M = carga manométrica da máquina

$H_{p_{i-f}}$ = perda de carga da seção inicial a final

$$H_x = z_x + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{\alpha_x \times v_x}{2g} \rightarrow \alpha_x = 2 \Rightarrow Re \leq 2000$$

$$\rightarrow \alpha_x = 1 \Rightarrow Re \geq 4000$$

$\rightarrow$ quando for bomba $\Rightarrow H_M = +H_B$

$\rightarrow$ quando for turbina $\Rightarrow H_M = -H_T$

$$H_{inicial} + H_M = H_{final} + H_{p_{i-f}}$$

onde:

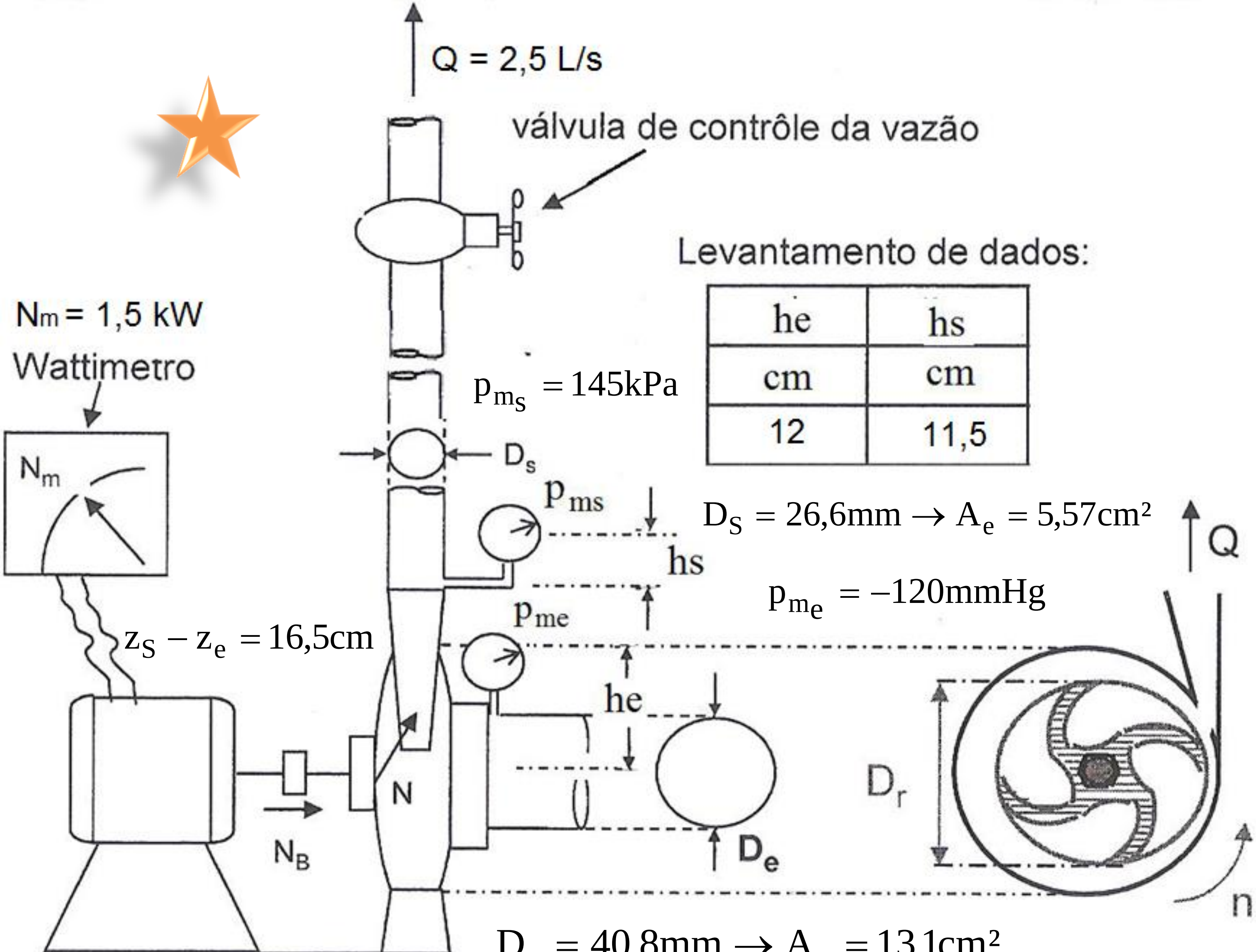
$$H_p = \sum h_f + \sum h_S \Rightarrow h_f = f \times \frac{L}{D_H} \times \frac{v^2}{2g} \rightarrow e \rightarrow h_S = K_S \times \frac{v^2}{2g}$$

ou

$$H_p = \sum h_f \Rightarrow h_f = f \times \frac{\left(L + \sum Leq\right)}{D_H} \times \frac{v^2}{2g}$$


Vamos aplicar estas equações na aula de laboratório
Este era meu medo!

Vamos desenvolver o exemplo a seguir onde desejamos calcular o rendimento global do conjunto motor bomba.



Levantamento de dados:

he	hs
cm	cm
12	11,5

$p_{m_S} = 145\text{kPa}$

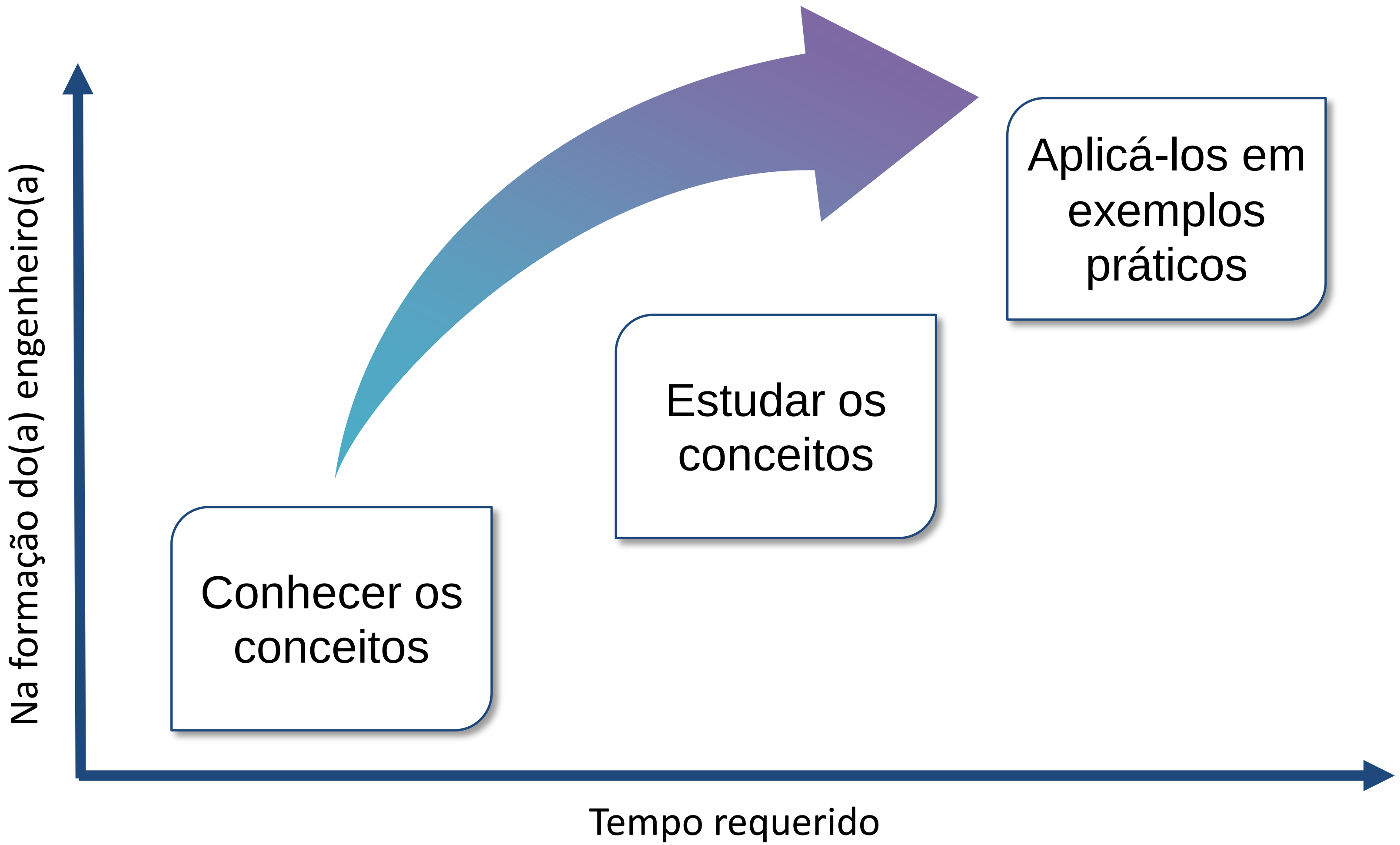
$D_S = 26{,}6\text{mm} \rightarrow A_e = 5{,}57\text{cm}^2$

$p_{m_e} = -120\text{mmHg}$

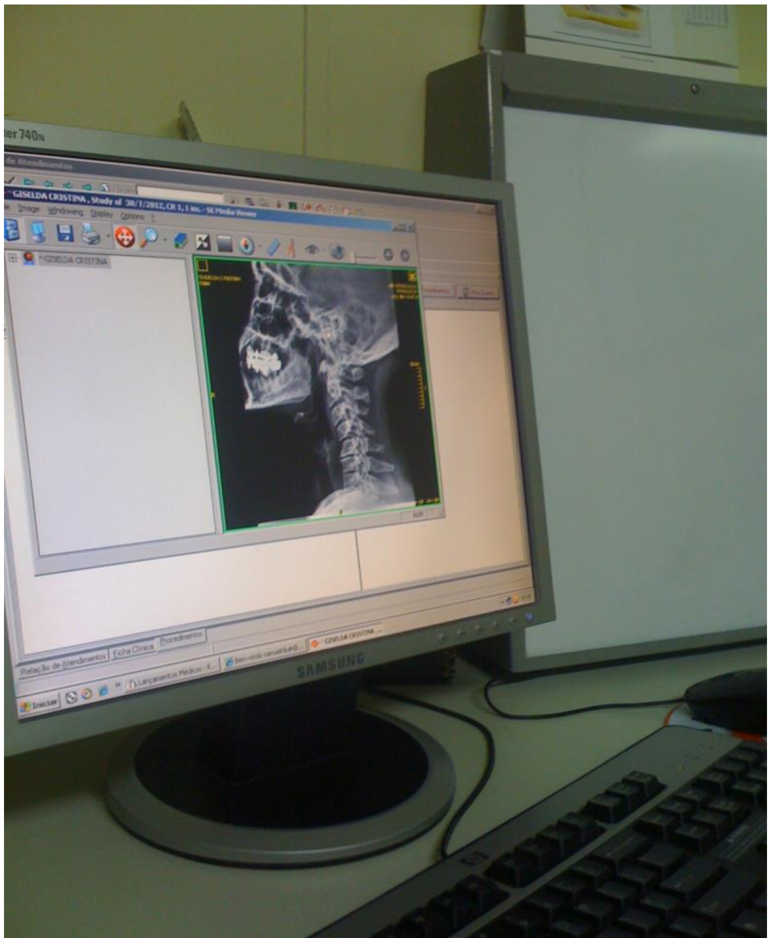
$z_S - z_e = 16{,}5\text{cm}$

$D_e = 40{,}8\text{mm} \rightarrow A_e = 13{,}1\text{cm}^2$

Um aprendizado eficiente



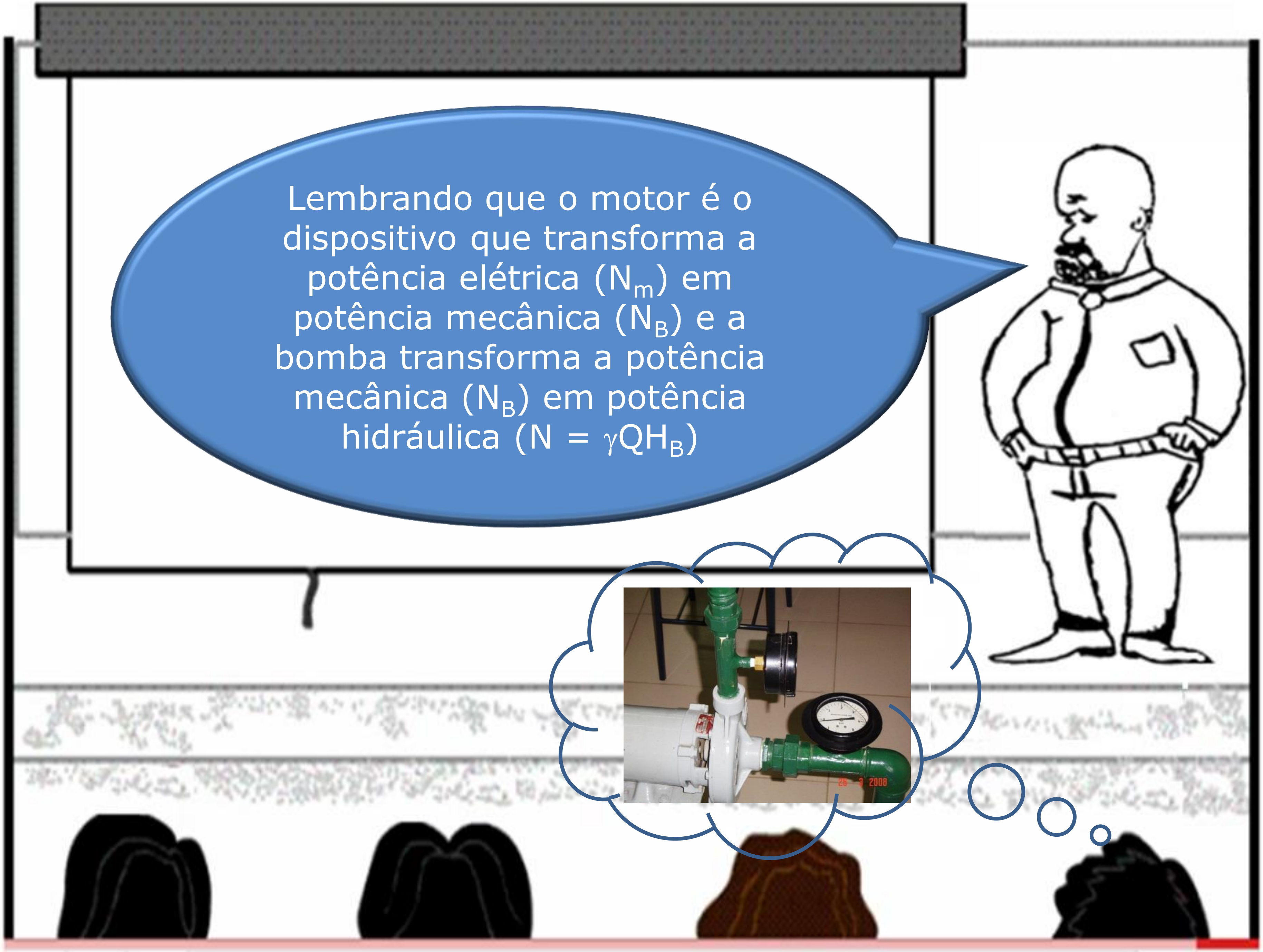
Para que o aprendizado não tenha fronteiras



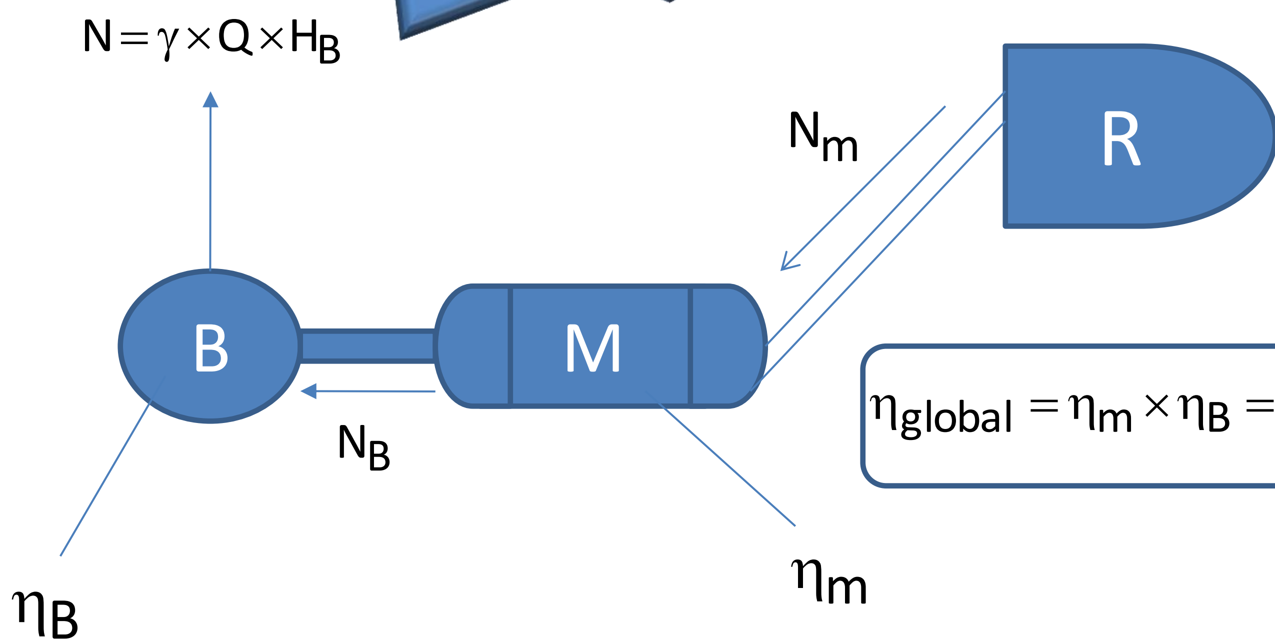
- Há a necessidade de um pc ou similar
- Consulte www.escoladavida.eng.br
- E também acesse o nosso grupo no facebook

Perguntas?


Para a solução do problema proposto evocamos o conceito de potência e rendimento do conjunto motor bomba


Lembrando que o motor é o dispositivo que transforma a potência elétrica (N_m) em potência mecânica (N_B) e a bomba transforma a potência mecânica (N_B) em potência hidráulica ($N = \gamma Q H_B$)

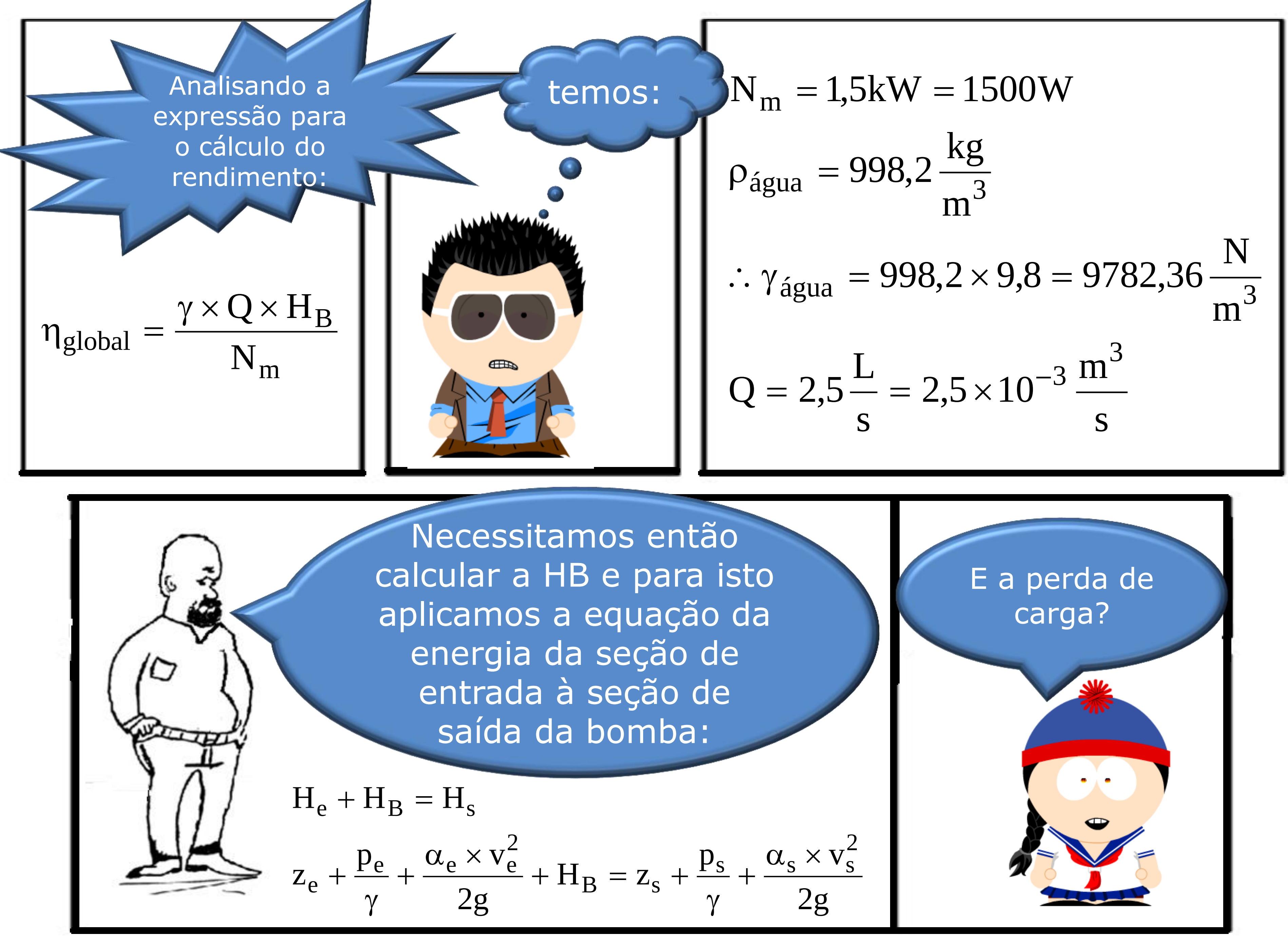
Esquematicamente temos:



$$\eta_{global} = \eta_m \times \eta_B = \frac{N}{N_m} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{N_m}$$

$$\eta_B = \frac{N}{N_B} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{N_B}$$

$$\eta_m = \frac{N_B}{N_m}$$



Analisando a expressão para o cálculo do rendimento:
$\eta_{global} = \frac{\gamma \times Q \times H_B}{N_m}$
temos:
$N_m = 1,5kW = 1500W$
$\rho_{água} = 998,2 \frac{kg}{m^3}$
$\therefore \gamma_{água} = 998,2 \times 9,8 = 9782,36 \frac{N}{m^3}$
$Q = 2,5 \frac{L}{s} = 2,5 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$
Necessitamos então calcular a HB e para isto aplicamos a equação da energia da seção de entrada à seção de saída da bomba:
$H_e + H_B = H_s$
$z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{\alpha_e \times v_e^2}{2g} + H_B = z_s + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{\alpha_s \times v_s^2}{2g}$
E a perda de carga?

$$z_e = 0$$

$$z_s = 16{,}5\text{cm}$$

$$\therefore z_s = 0{,}165\text{m}$$

$$p_e = p_{me} + \gamma \times h_e$$

$$p_s = p_{ms} + \gamma \times h_s$$

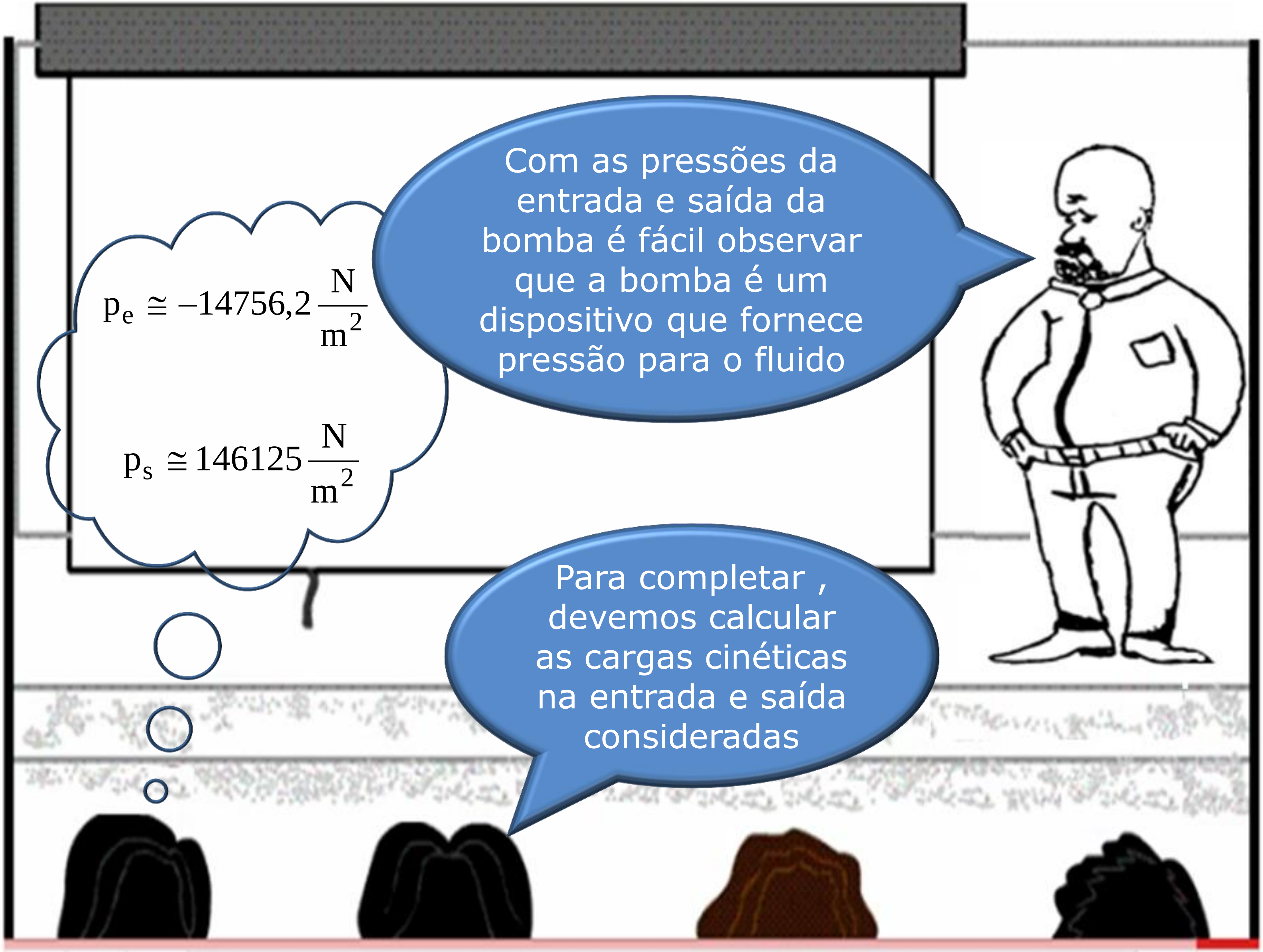
Portanto:

$$p_e = -0{,}12 \times 13546 \times 9{,}8 + 9782{,}36 \times 0{,}12$$

$$p_e \cong -14756{,}2 \frac{N}{m^2}$$

$$p_s = 145000 + 9782{,}36 \times 0{,}115$$

$$p_s \cong 146125 \frac{N}{m^2}$$



$p_e \cong -14756{,}2 \frac{N}{m^2}$
$p_s \cong 146125 \frac{N}{m^2}$
Com as pressões da entrada e saída da bomba é fácil observar que a bomba é um dispositivo que fornece pressão para o fluido
Para completar , devemos calcular as cargas cinéticas na entrada e saída consideradas

$$v_e = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{13,1 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore v_e \cong 1,91 \frac{m}{s}$$

$$v_s = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{5,57 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore v_s \cong 4,49 \frac{m}{s}$$

Portanto:

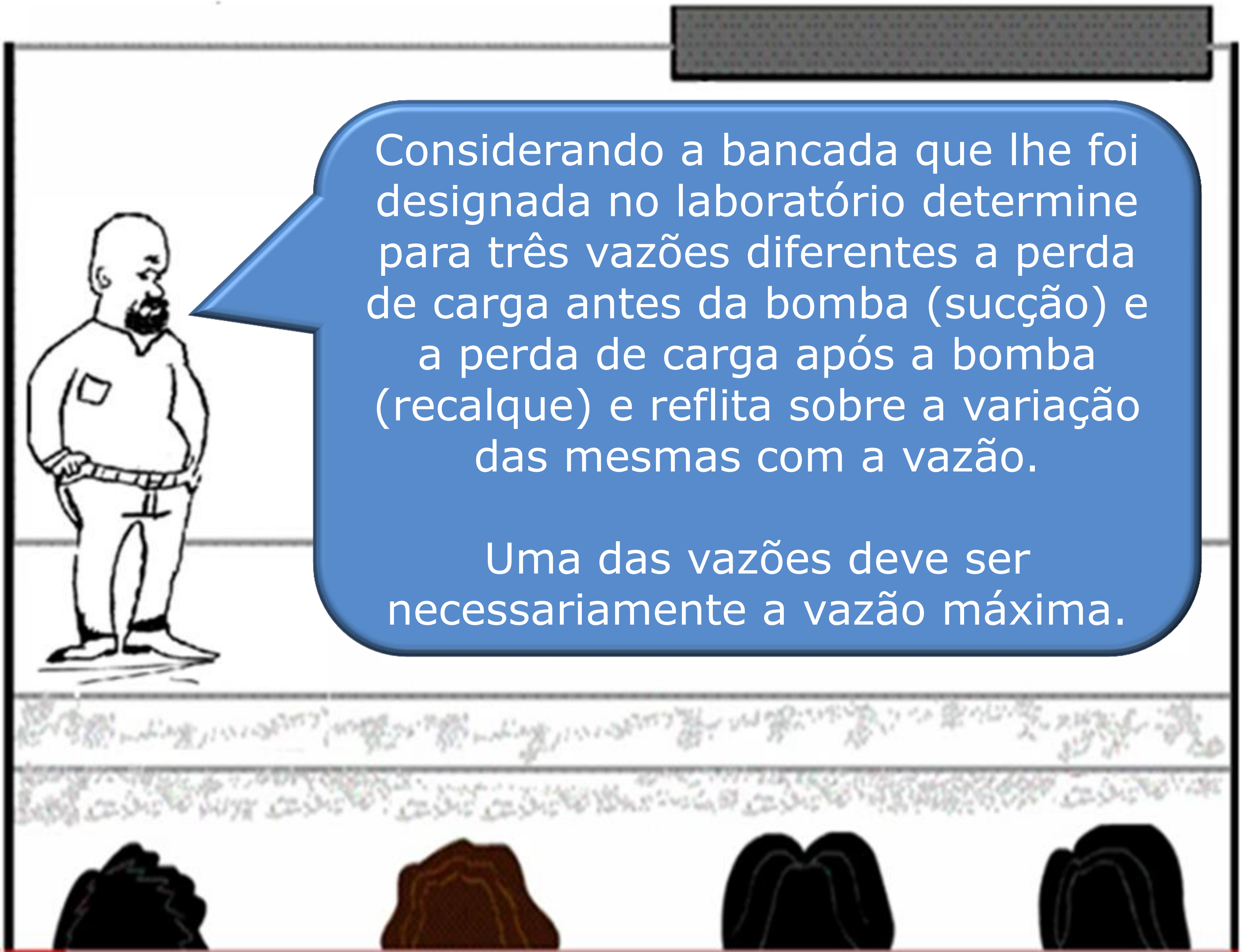
$$H_B = 0,165 + \frac{146125 + 14756,2}{9782,36} + \frac{4,49^2 - 1,91^2}{19,6}$$

$$H_B \cong 17,45m$$

$$\therefore \eta_{global} = \frac{9782,36 \times 2,5 \times 10^{-3} \times 17,45}{1500} \times 100$$

$$\eta_{global} \cong 28,45\%$$


Neste ponto proponho um problema a ser resolvido na bancada do laboratório.
Lá vem?!*#


Considerando a bancada que lhe foi designada no laboratório determine para três vazões diferentes a perda de carga antes da bomba (sucção) e a perda de carga após a bomba (recalque) e reflita sobre a variação das mesmas com a vazão.
Uma das vazões deve ser necessariamente a vazão máxima.

Exemplo de bancada onde o problema proposto deve ser resolvido.

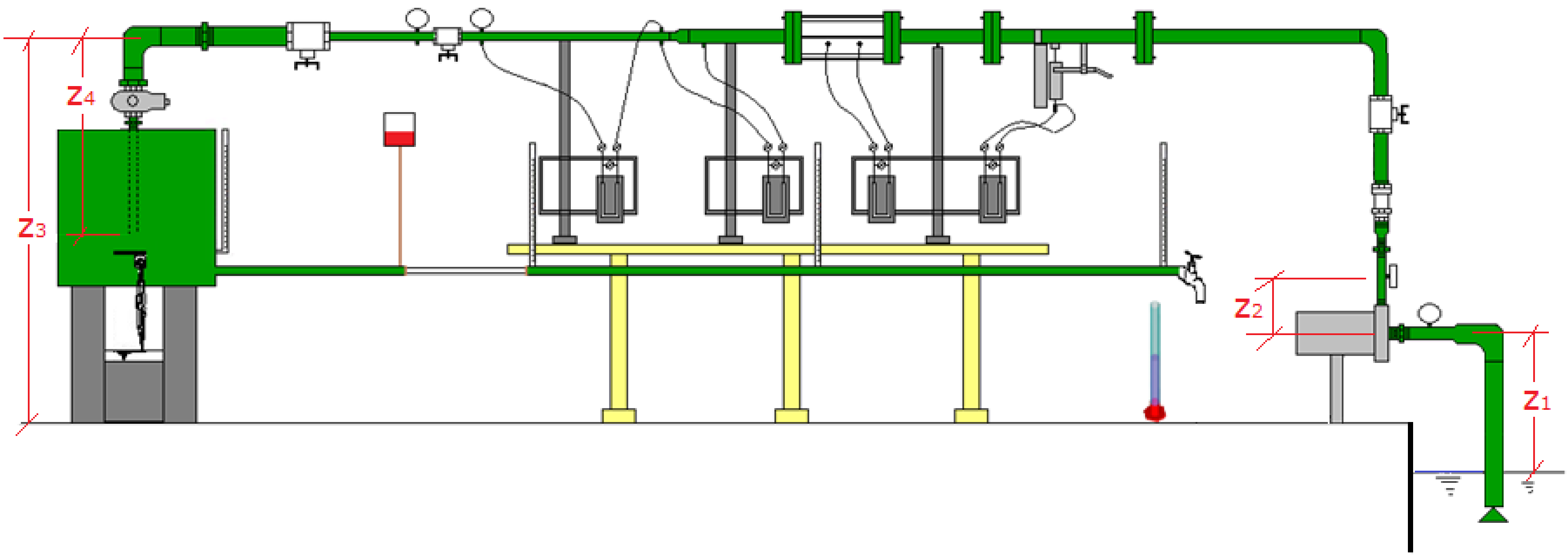


Tabela de dados

Ensaio	Δh (mm)	t(s)	p_{me} (____)	h_e (mm)	P_{ms} (____)	h_s (mm)
1	100					
2	100					
3	100					

D_{Ne} =
D_{Ns} =
Temperatura d'água =