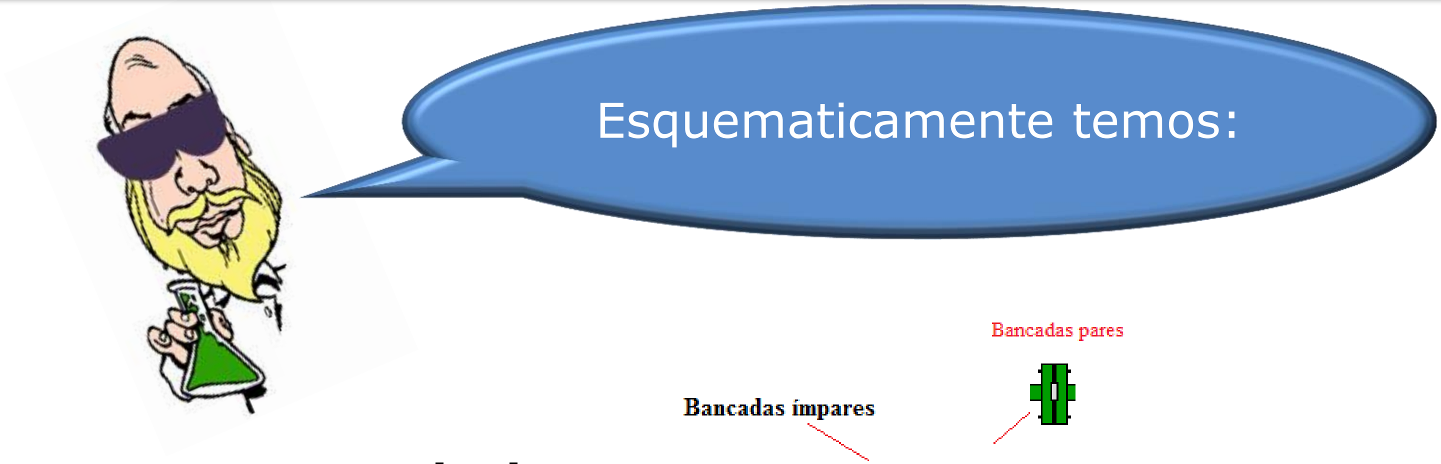
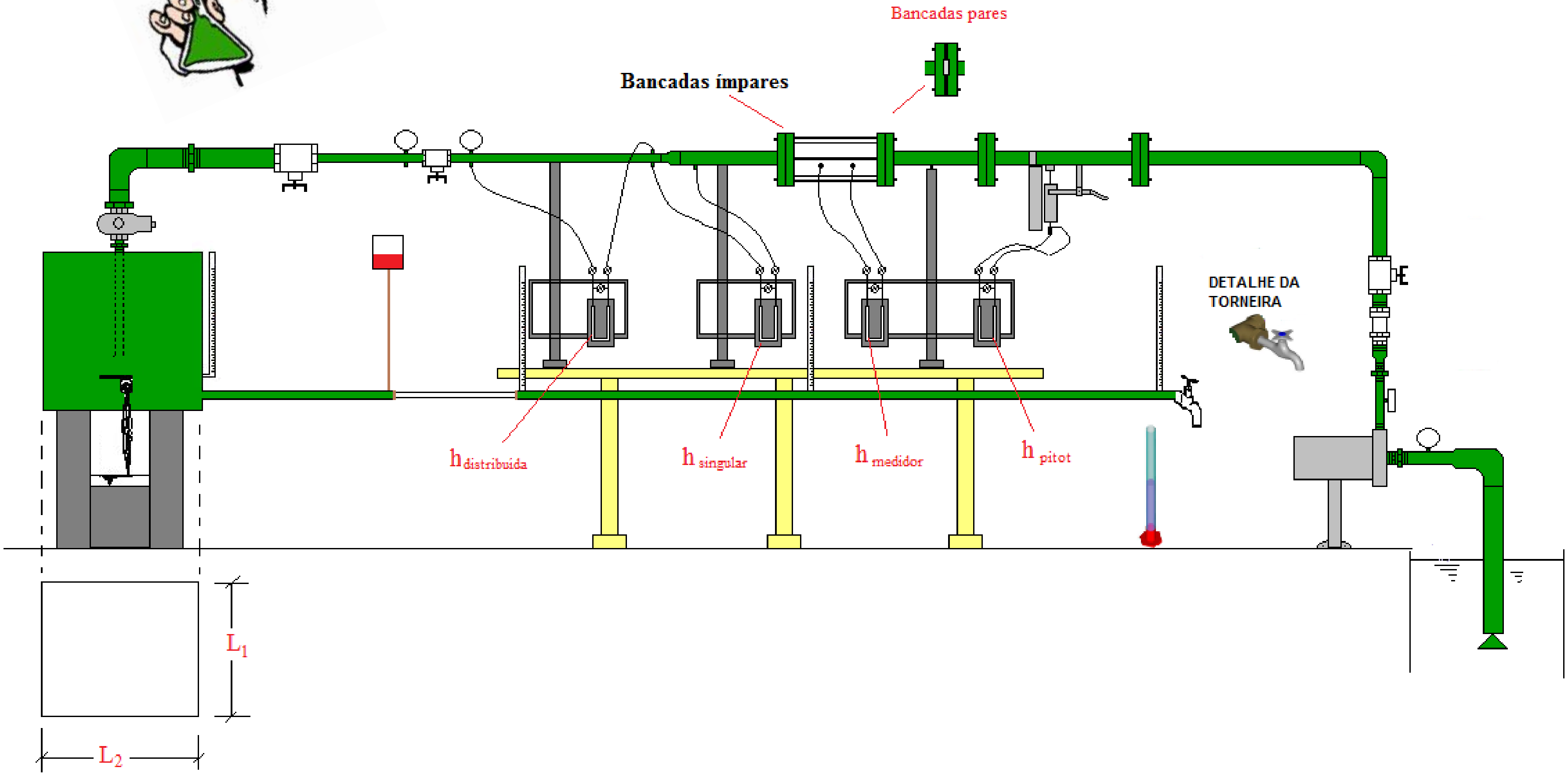
Segunda aula de laboratório de ME4310

Primeiro semestre de 2014


Vamos voltar a instalação de recalque representada pela bancada do laboratório.


Foto das
bancadas!


Esquematicamente temos:


Bancadas pares
Bancadas ímpares
DETALHE DA TORNEIRA
$h_{distribuida}$
$h_{singular}$
$h_{medidor}$
h_{pitot}
L_1
L_2

Vamos recordar as leituras das pressões na entrada e saída da bomba!

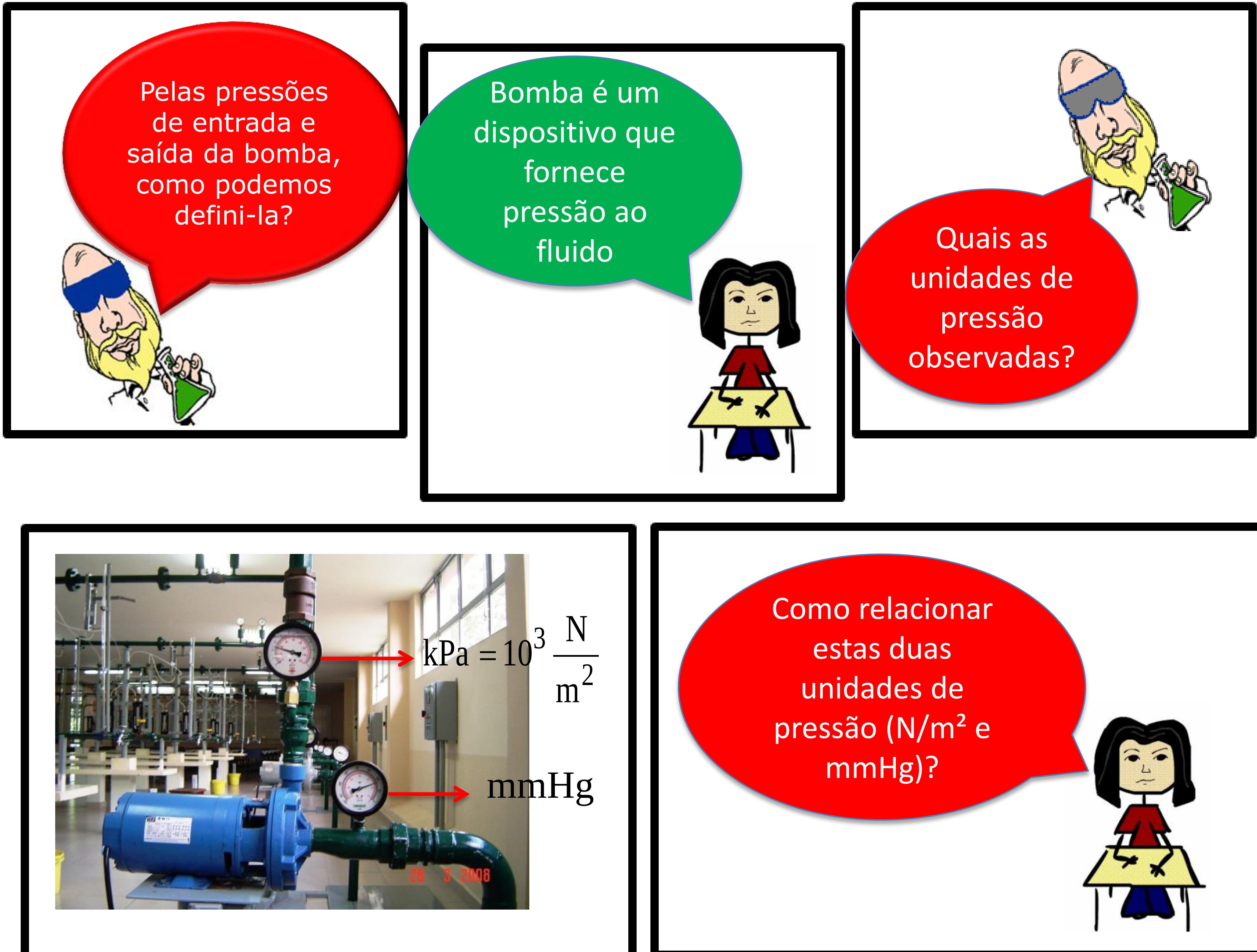
No próximo slide temos a foto da bancada com os valores lidos.

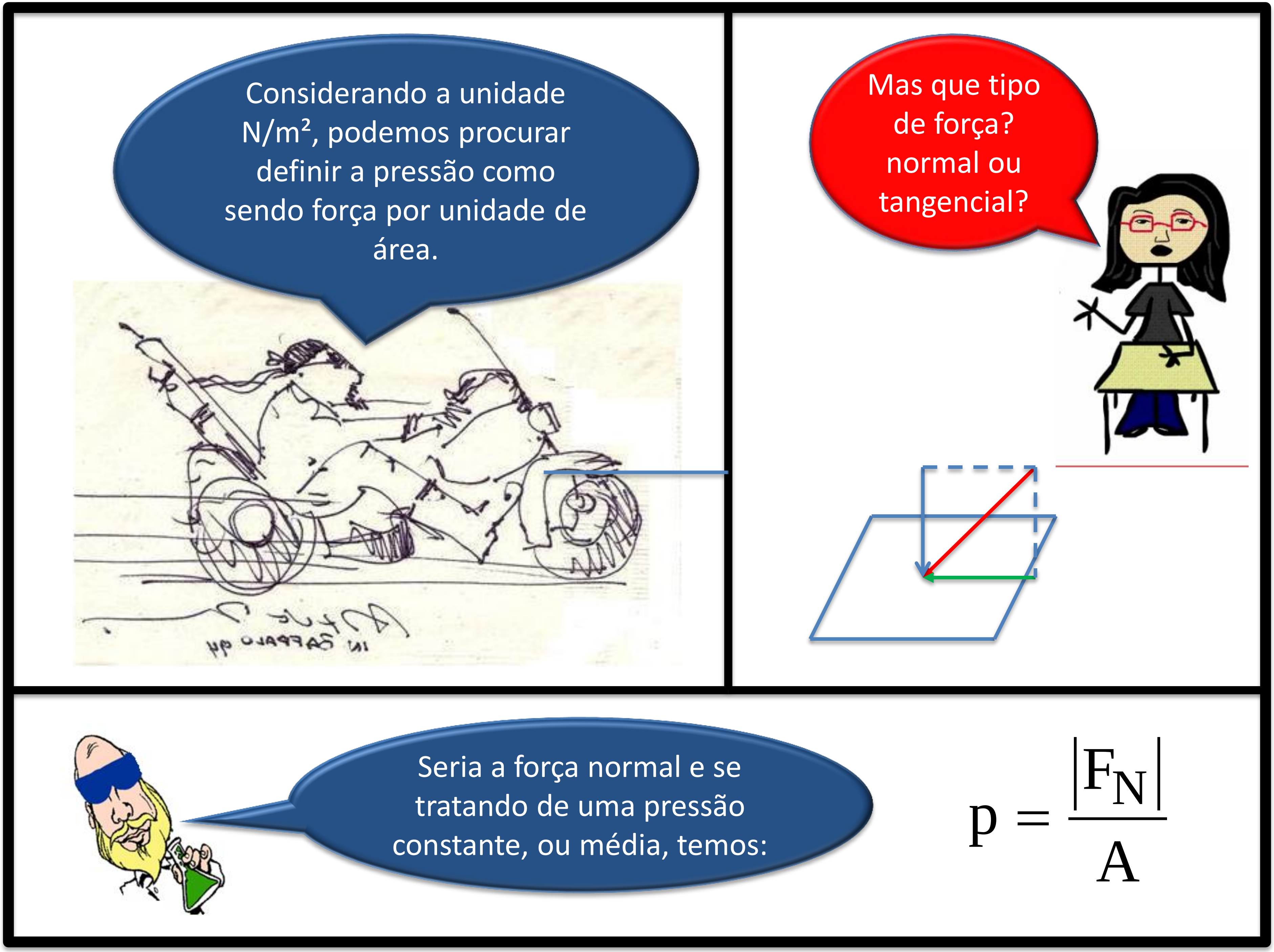

Lemos a pressão no vacuômetro e esta é denominada de pressão manométrica
$p_{m_e} = -150\text{mmHg}$
Lemos a pressão no manômetro e esta também é denominada de pressão manométrica
$p_{m_s} = 190\text{kPa}$

$p_{m_s} = 190\text{kPa}$

Vamos refletir sobre os valores de pressão lidos e responder algumas perguntas.

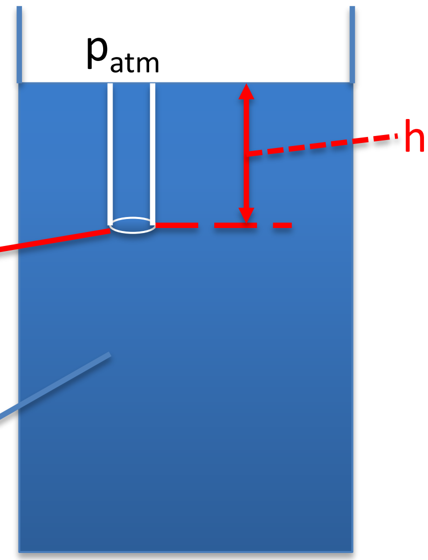
$p_{m_e} = -150\text{mmHg}$

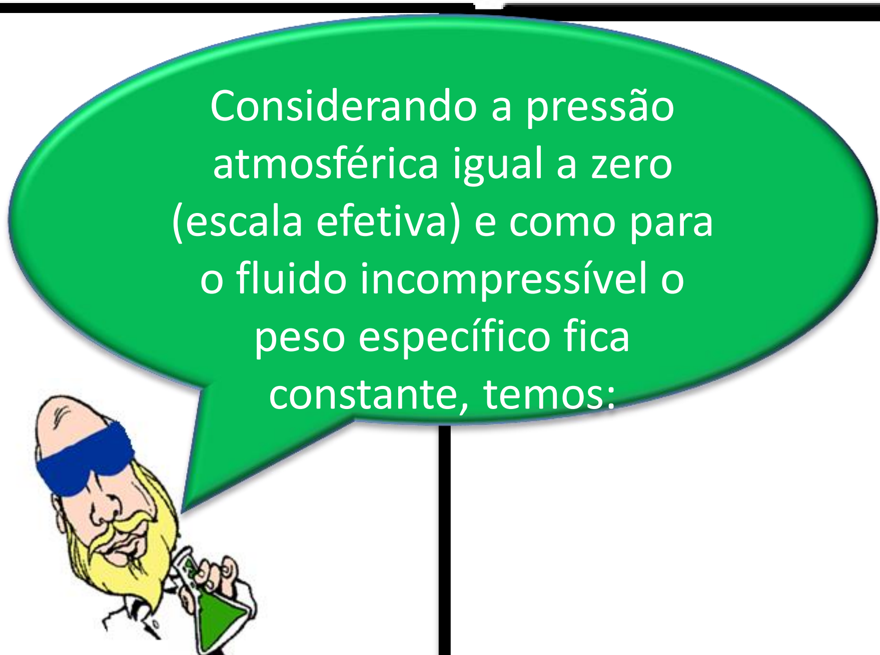

Pelas pressões de entrada e saída da bomba, como podemos defini-la?
Bomba é um dispositivo que fornece pressão ao fluido
Quais as unidades de pressão observadas?
$kPa = 10^3 \frac{N}{m^2}$
mmHg
Como relacionar estas duas unidades de pressão (N/m^2 e mmHg)?


Considerando a unidade N/m², podemos procurar definir a pressão como sendo força por unidade de área.
Mas que tipo de força? normal ou tangencial?
Seria a força normal e se tratando de uma pressão constante, ou média, temos:
$$p = \frac{|F_N|}{A}$$

Ponto com uma área dA
e que desejamos achar
o peso dG

**Fluido continuo,
incompressível e em
repouso com peso
específico γ**





$$dG = \gamma \times dV$$

$$dG = \gamma \times dA \times h$$

$$p = \frac{dG}{dA} = \frac{\gamma \times dA \times h}{dA}$$

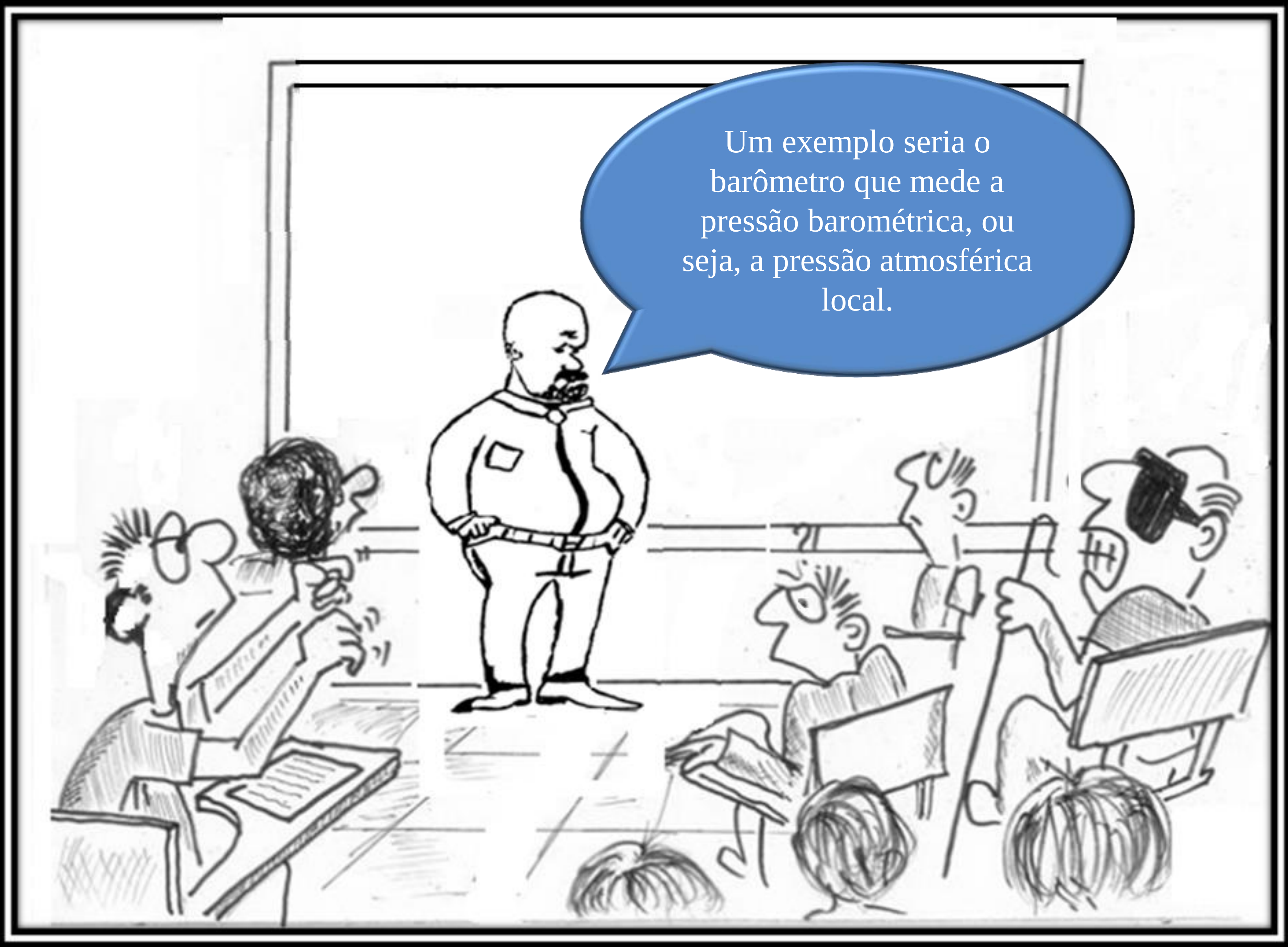
$$p = \gamma \times h \rightarrow \text{para } p_{atm} = 0$$

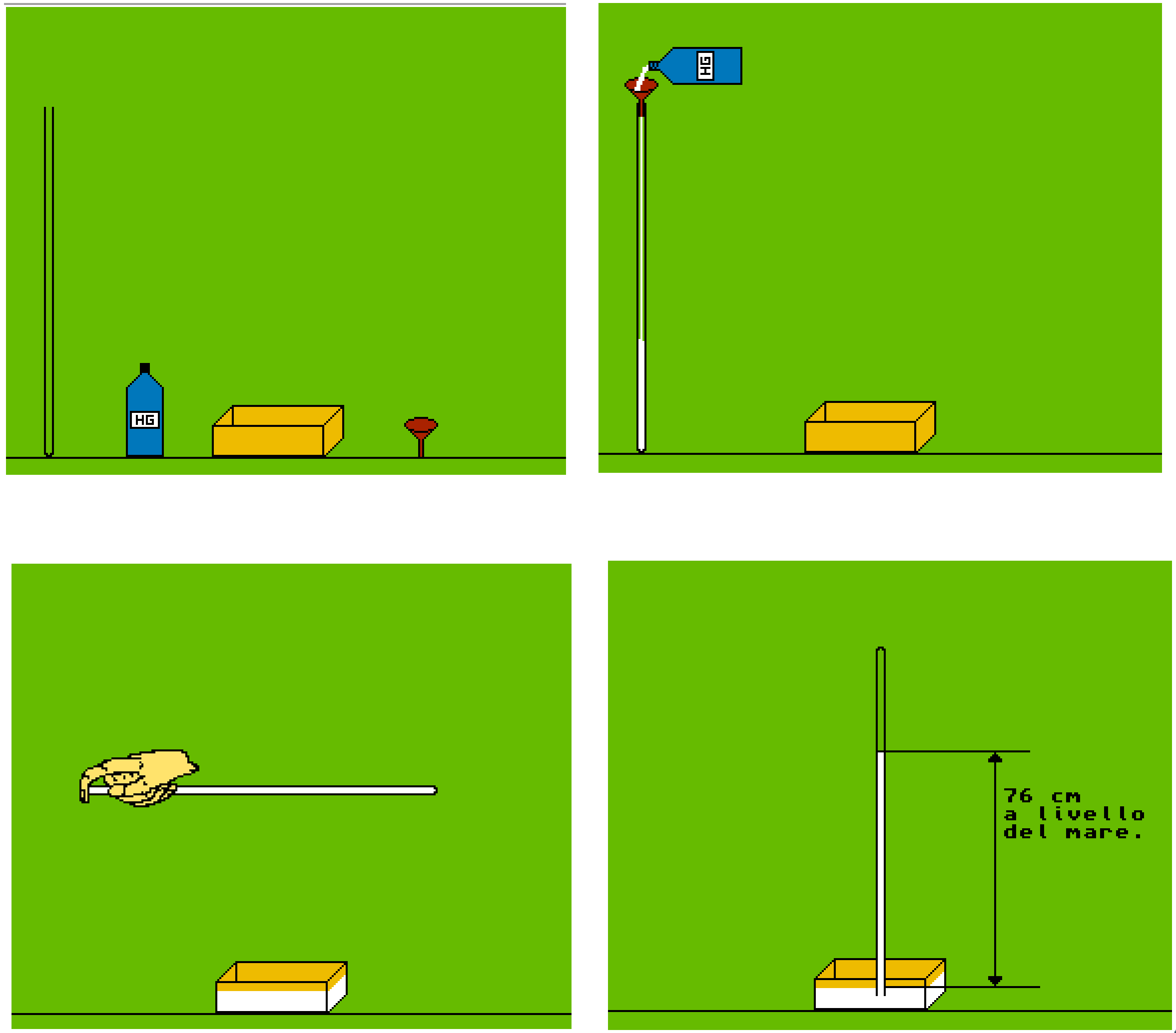

Quando consideramos a pressão atmosférica igual a zero, passamos a trabalhar na escala efetiva ou relativa, ou seja, aquela que adota como zero da escala a pressão atmosférica.
E nessa escala, temos pressões positivas, nulas e negativas.

A cota h é denominada de carga de pressão e sua unidade é sempre uma unidade de comprimento acrescida do nome do fluido considerado, exemplo: mmHg

$$h = \frac{p}{\gamma}$$

E qual aparelhos lêem a carga de pressão?


Um exemplo seria o barômetro que mede a pressão barométrica, ou seja, a pressão atmosférica local.



Em relação ao vácuo absoluto temos:

$$p_{atm_{local}} = \gamma_{Hg} \times h$$

Entendi!


Neste caso a escala observada é a escala absoluta, que adota como o zero o vácuo absoluto, ou seja, ausência total de matéria, e por isto mesmo, nesta escala só existem pressões positivas, teoricamente, a pressão poderia ser nula que corresponderia ao vácuo absoluto.
E o barômetro trabalha nesta escala!

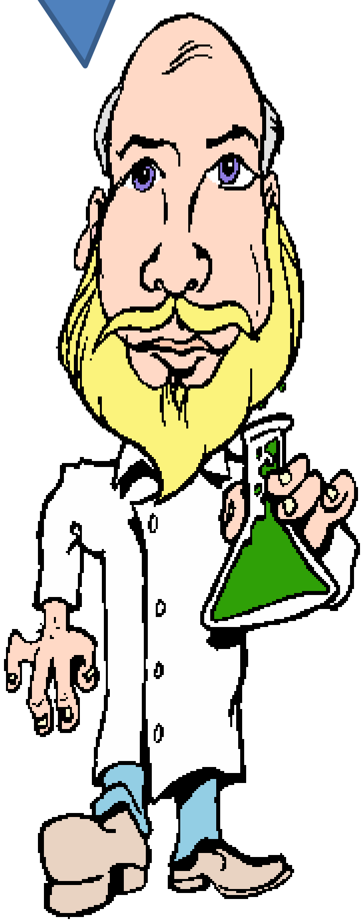

Outro exemplo seria o piezômetro que mede a carga de pressão (h)

- É um tubo de vidro graduado.

piezômetro

Só serve para pressão efetiva positiva e não elevada.


Ok! E o que vem a ser pressão manométrica?

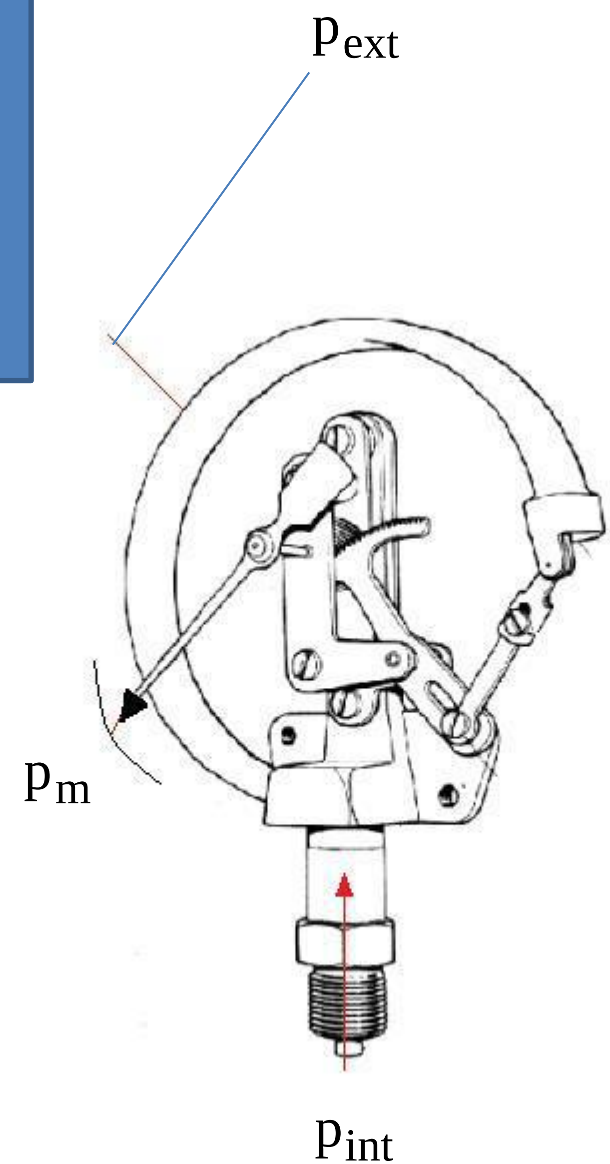


p_m = é a pressão registrada em um manômetro metálico ou de Bourdon e que se encontra na escala efetiva, a escala que adota como zero a pressão atmosférica local, que também é chamada de pressão barométrica.

$$p_m = p_{int} - p_{ext}$$

$$p_{ext} = p_{atm} = 0$$

O princípio de funcionamento deste tipo de aparelho é o princípio da "língua da sogra" como mostra o esquema a seguir e onde a pressão manométrica é igual a pressão interna menos a pressão externa.



MANÔMETRO METÁLICO TIPO BOURDON

Se só existir a escala positiva o aparelho é chamado de manômetro, só escala negativa é chamado de vacuômetro e ambas é chamado de manovacuômetro

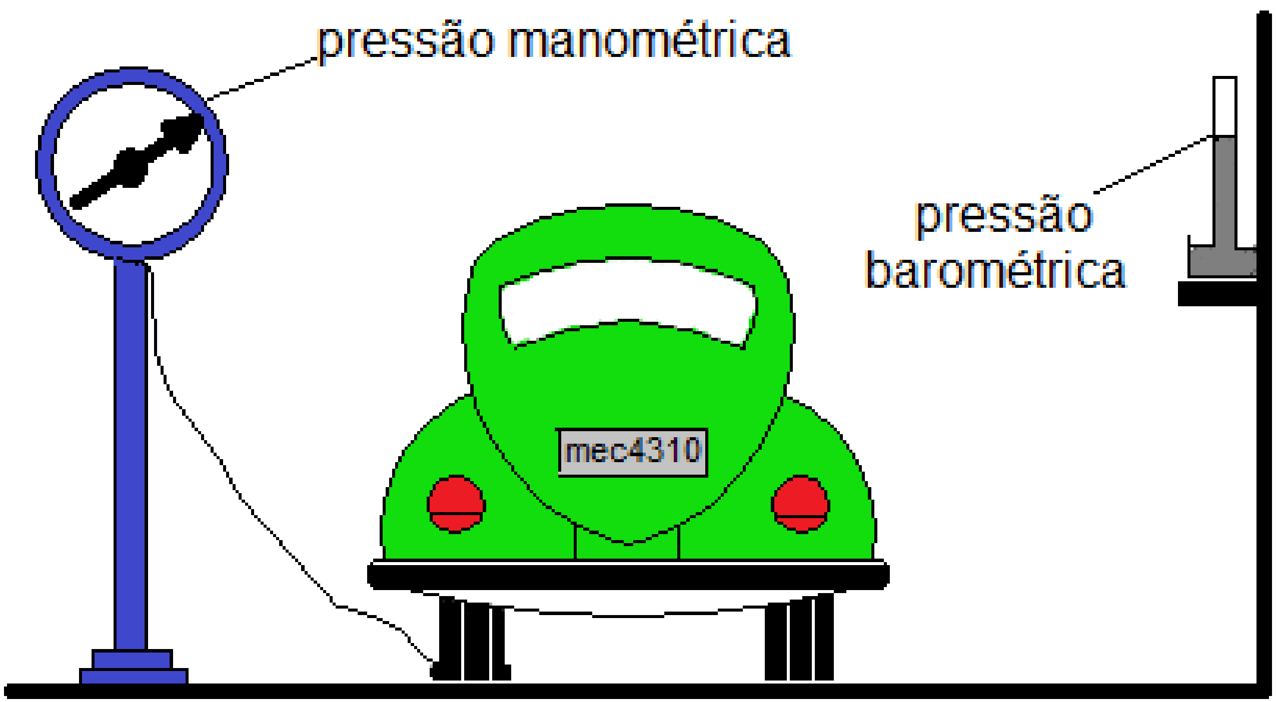
$$p_m = p_{int} - p_{ext}$$

Manovacuômetro = apresenta a escala negativa e a escala positiva

$$p_m = p_{int} - p_{ext}$$

Se $p_{ext} = p_{atm} \rightarrow p_m = p_{int}$

Para não esquecer a diferença entre pressão manométrica e barométrica!

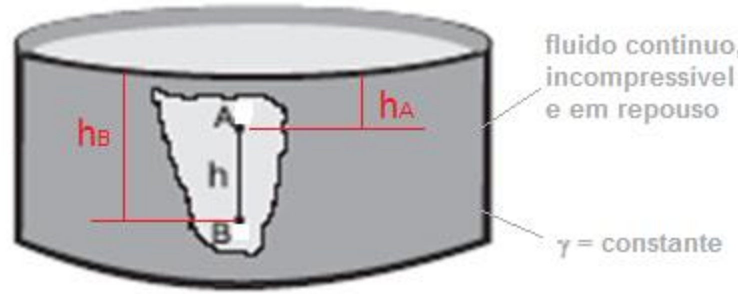



Vamos iniciar falando do teorema de Stevin.

Teorema de Stevin

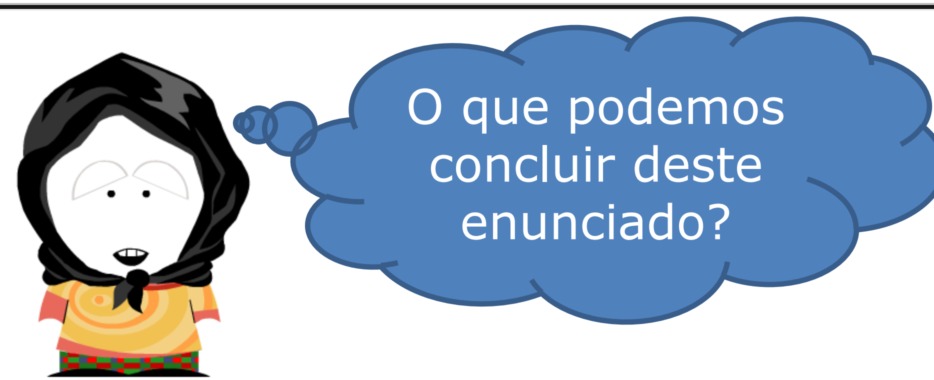
$$p_A = \gamma \times h_A \rightarrow p_B = \gamma \times h_B$$

$$p_B - p_A = \gamma \times \left(h_B - h_A\right) = \gamma \times h$$

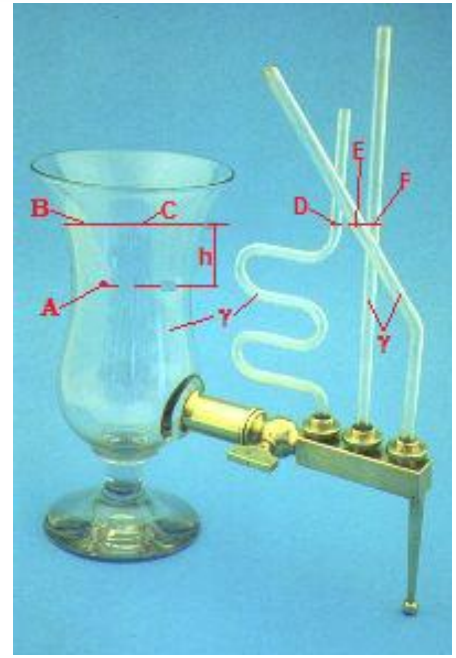


Simon Stevin (1548 - 1620)

Enunciado: a diferença de pressão entre dois pontos fluidos, pertencentes a um fluido contínuo, incompressível e em repouso é igual ao produto do seu peso específico pela diferença de cotas entre os pontos.



Conclusões de Stevin

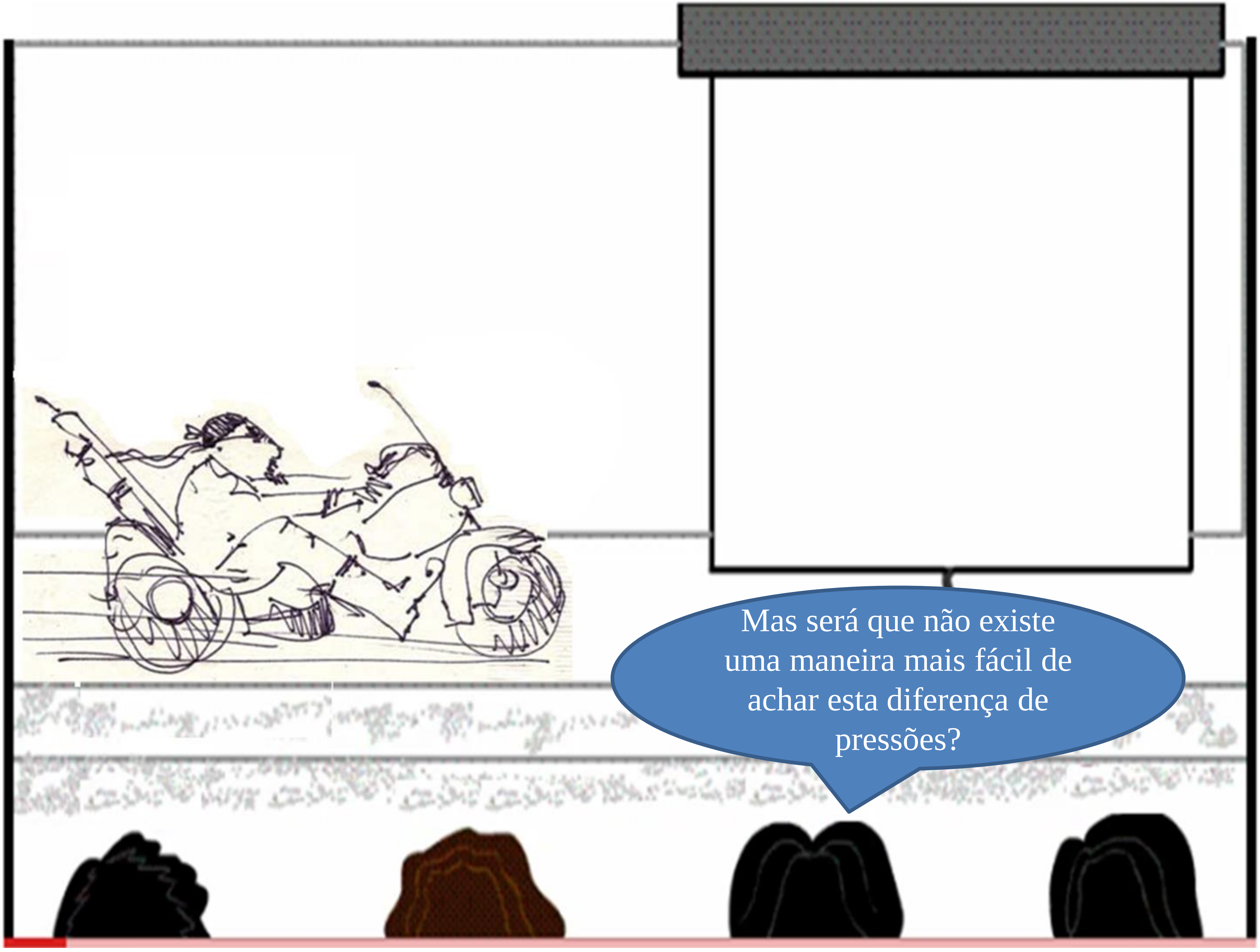


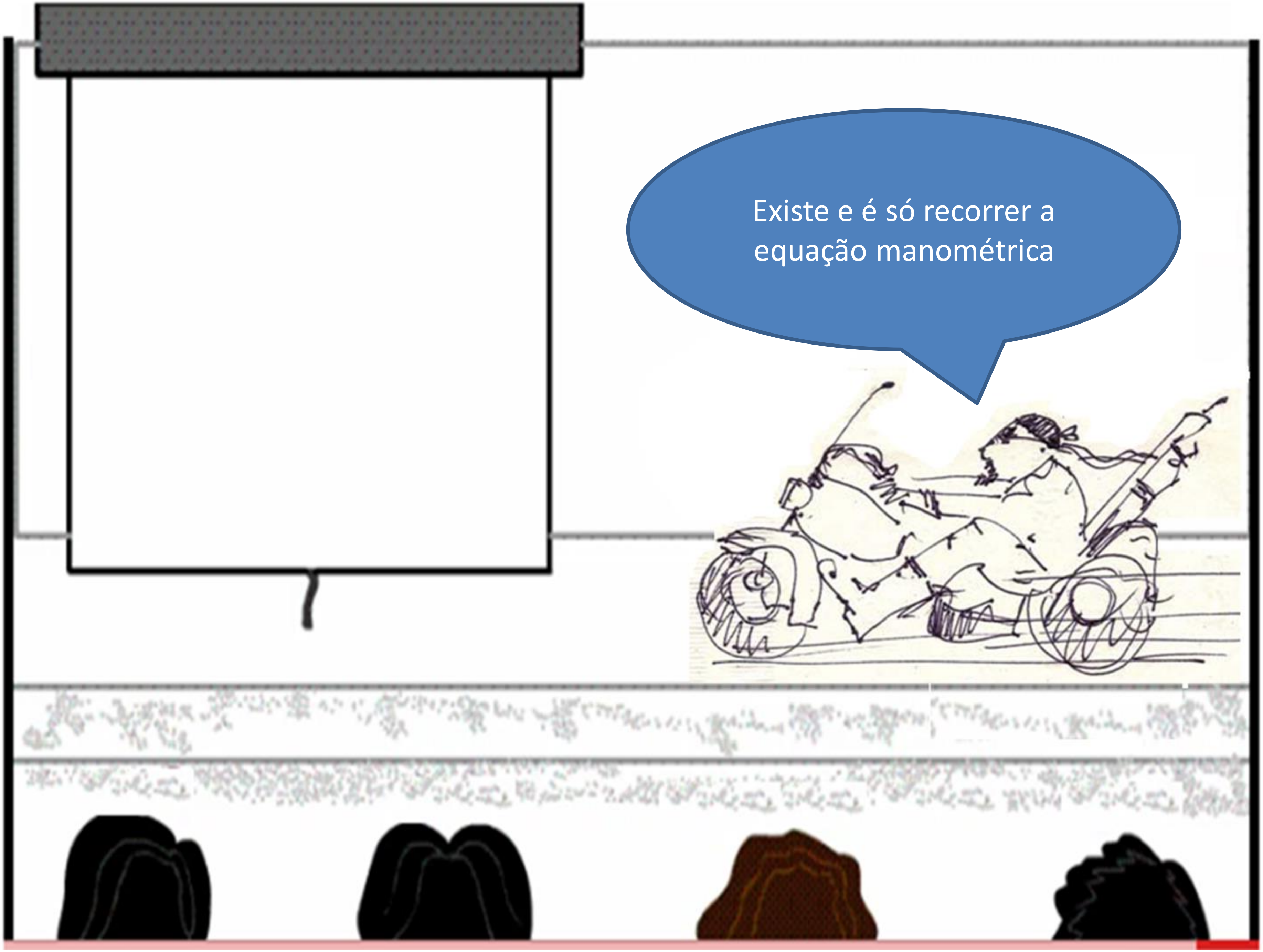
$$p_A - p_B = p_A - p_C = p_A - p_D = p_A - p_E = p_A - p_F = \gamma \times h$$
$$\therefore p_B = p_C = p_D = p_E = p_F$$

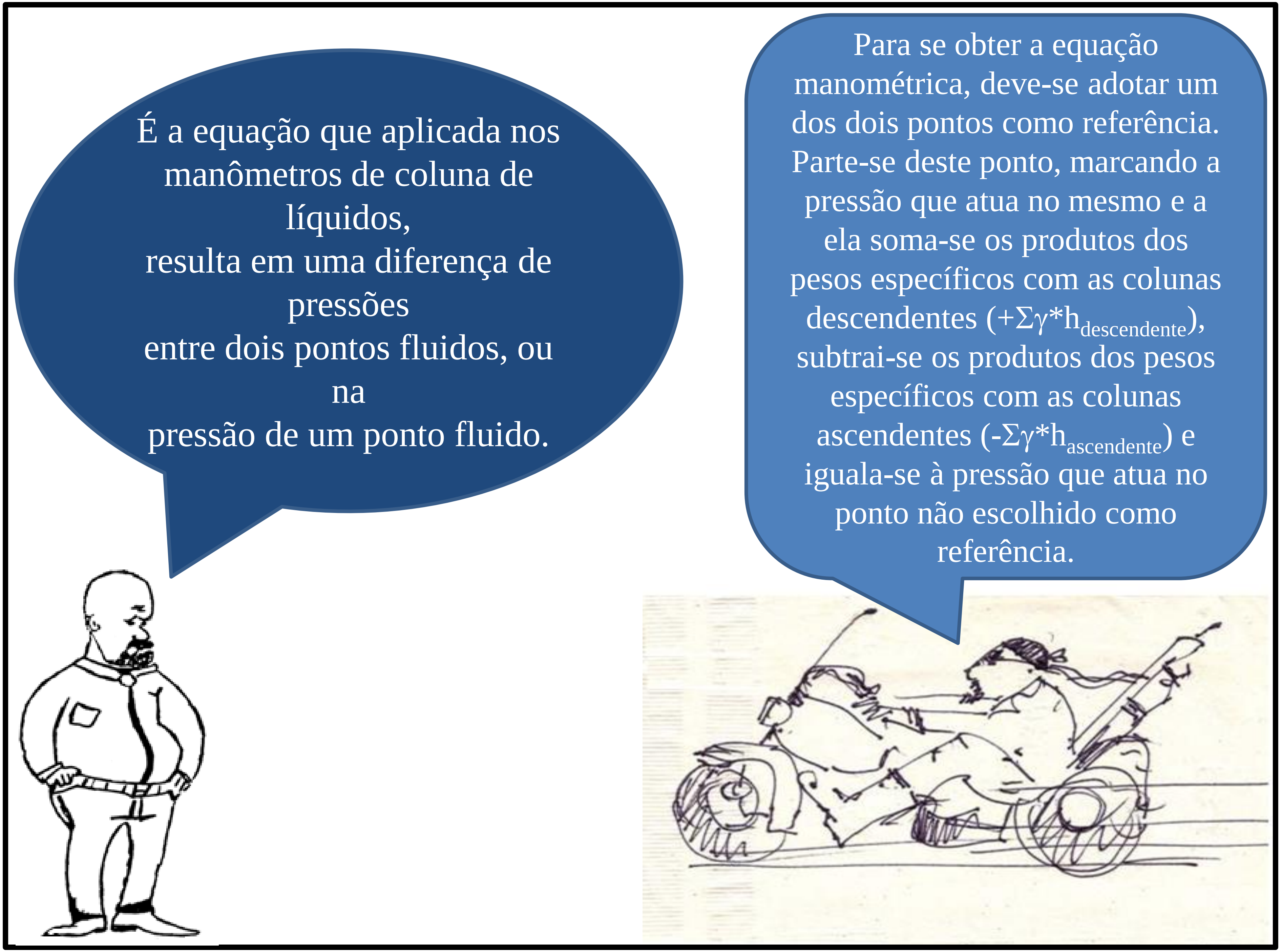
Conclusões:

1. Em um plano horizontal em um meio fluido todos os seus pontos estão submetidos a mesma pressão.
2. A pressão de um ponto fluido não depende da distância entre os pontos, depende só da diferença de cotas.
3. A pressão do ponto fluido não depende do formato do recipiente.

Vamos aplicar isso!


Mas será que não existe uma maneira mais fácil de achar esta diferença de pressões?


Existe e é só recorrer a equação manométrica

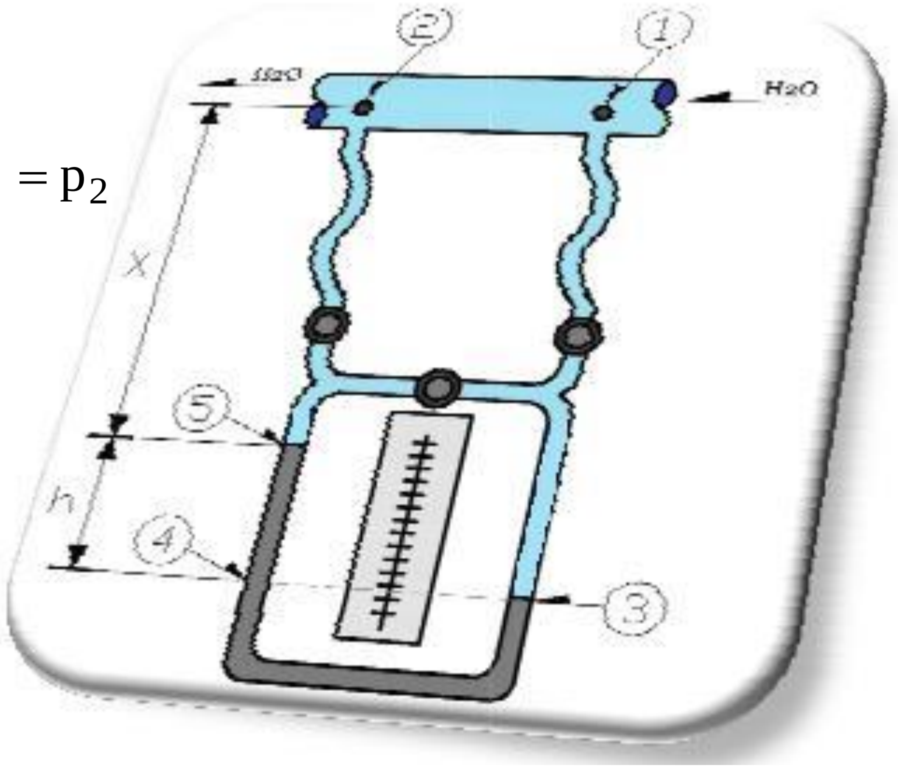

É a equação que aplicada nos manômetros de coluna de líquidos, resulta em uma diferença de pressões entre dois pontos fluidos, ou na pressão de um ponto fluido.
Para se obter a equação manométrica, deve-se adotar um dos dois pontos como referência. Parte-se deste ponto, marcando a pressão que atua no mesmo e a ela soma-se os produtos dos pesos específicos com as colunas descendentes ($+\Sigma\gamma*h_{descendente}$), subtrai-se os produtos dos pesos específicos com as colunas ascendentes ($-\Sigma\gamma*h_{ascendente}$) e iguala-se à pressão que atua no ponto não escolhido como referência.

Aplicando-se a equação manométrica ao esboço abaixo, resulta:

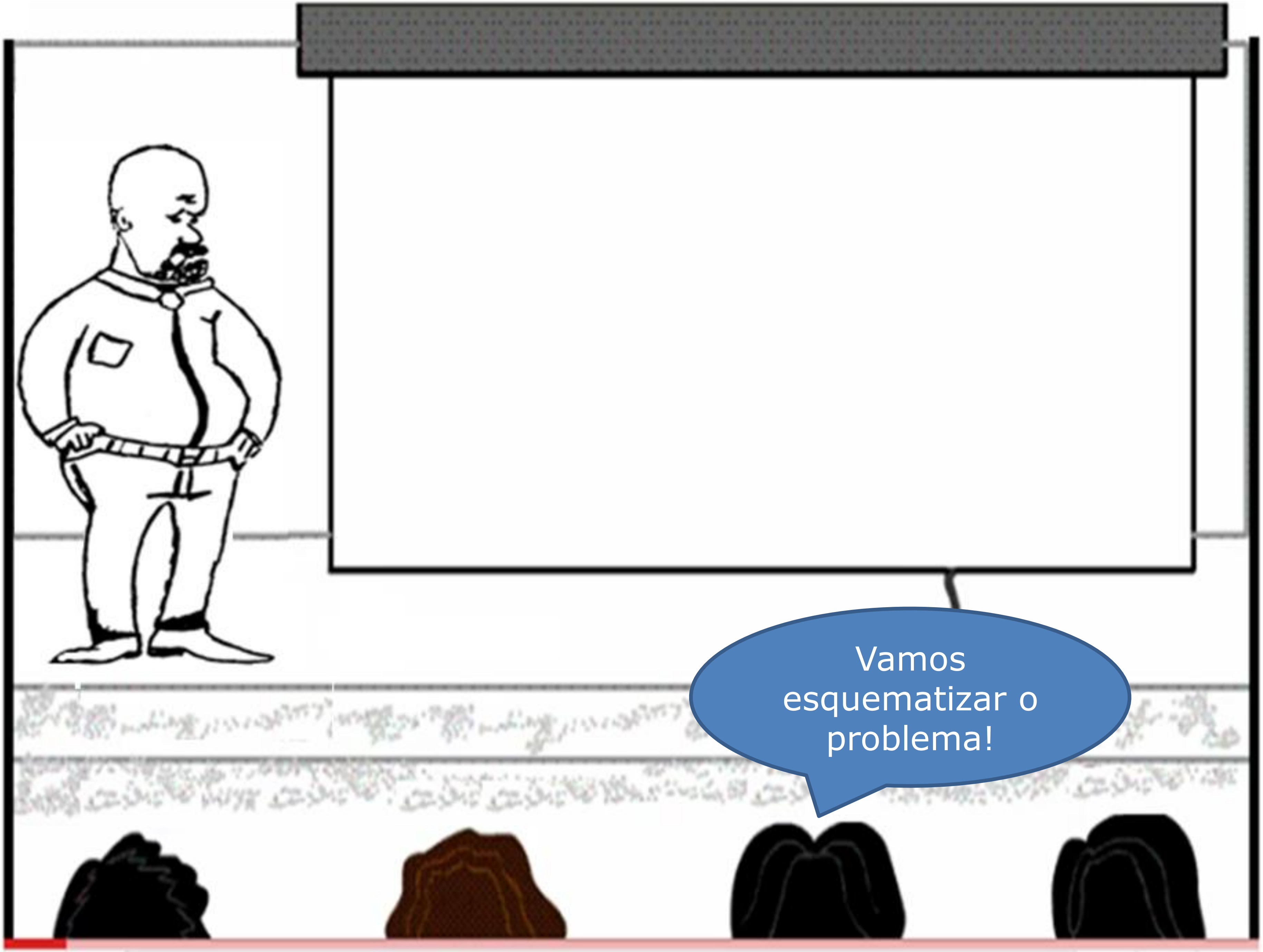
Adotando-se como referência o ponto (1):

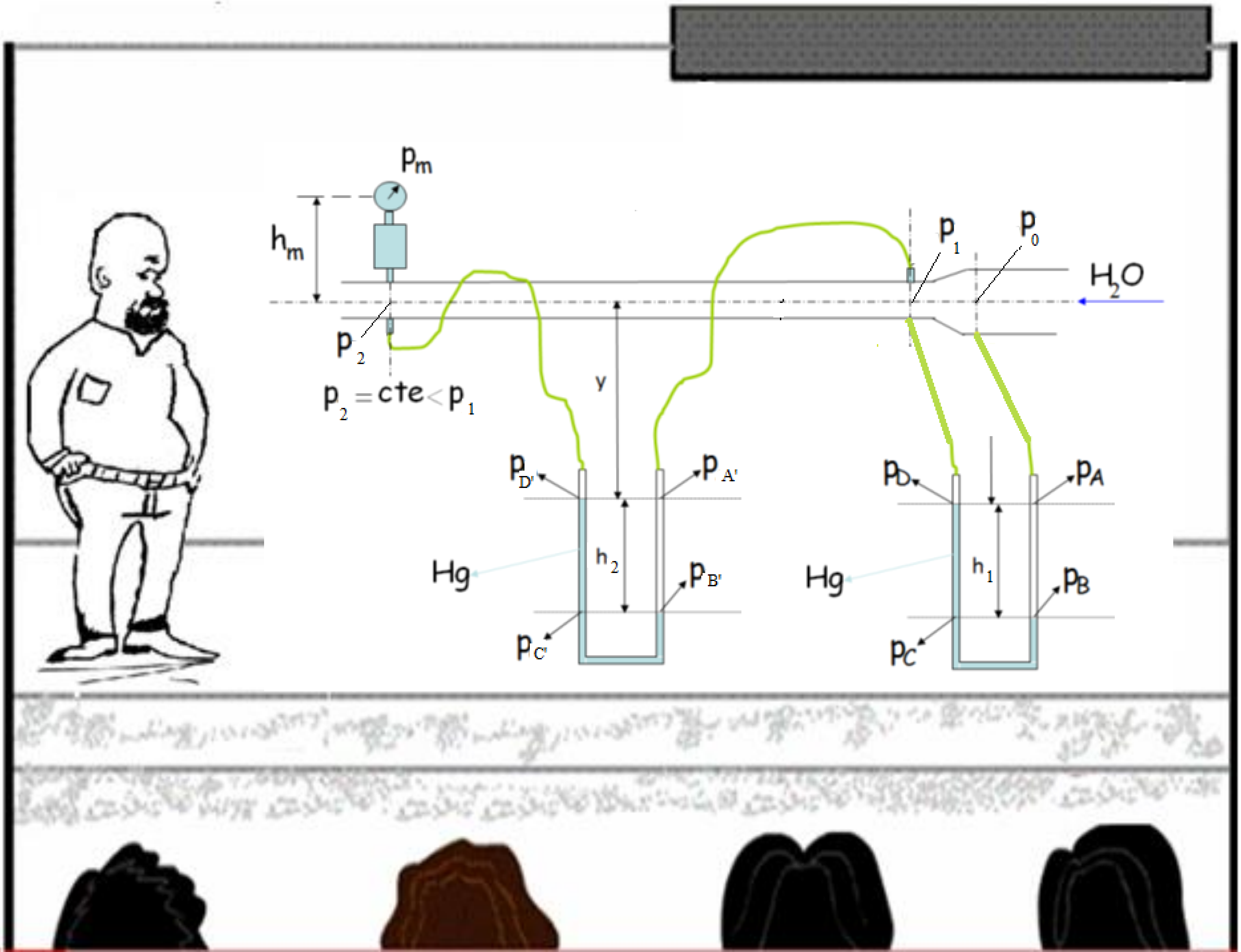
$$p_1 + x \times \gamma_{H_2O} + h \times \gamma_{H_2O} - h \times \gamma_{Hg} - x \times \gamma_{H_2O} = p_2$$

$$p_1 - p_2 = h \times \left(\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O}\right)$$



Deseja-se determinar p_0 para verificar a viabilidade de se instalar o aparelho mencionado na primeira aula, aparelho que pela vazão máxima pode ser instalado.


Vamos esquematizar o problema!


pm
hm
p2
p2 = cte < p1
p1
p0
H2O
y
pD'
pA'
h2
Hg
pB'
pC'
pD
pA
h1
Hg
pB
pC