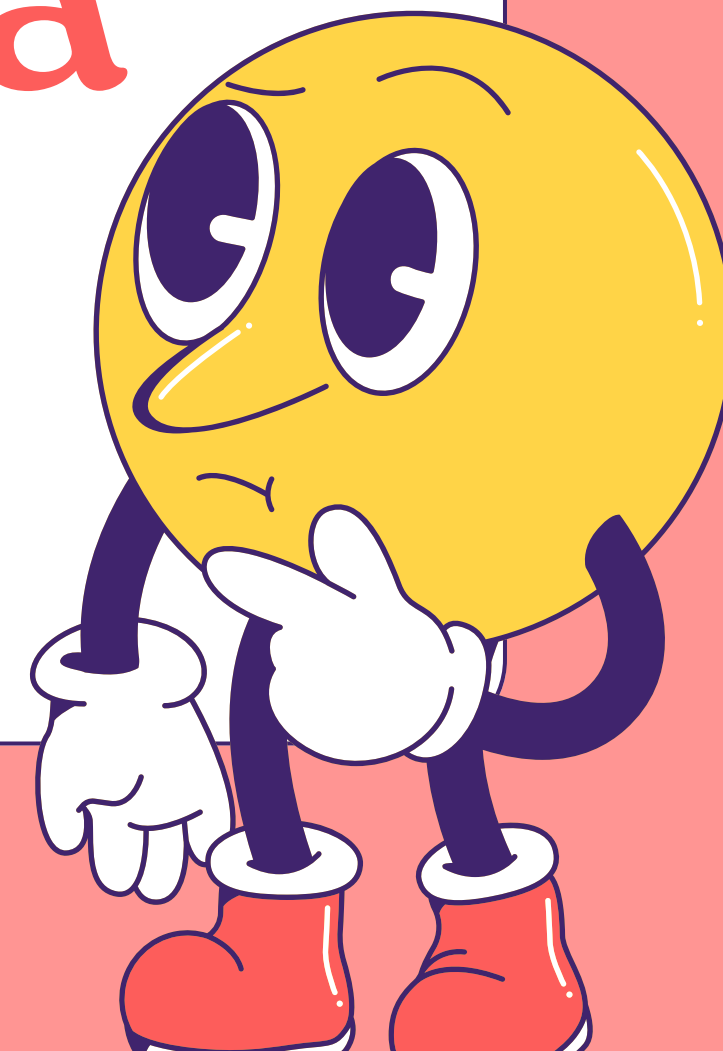
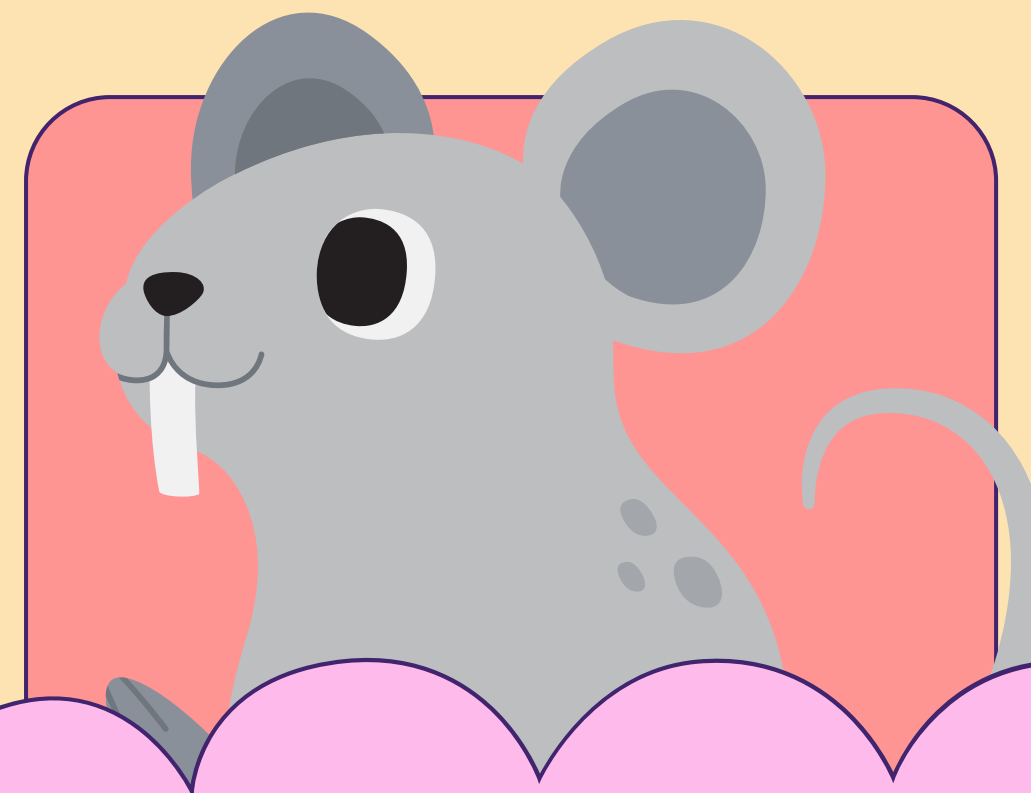


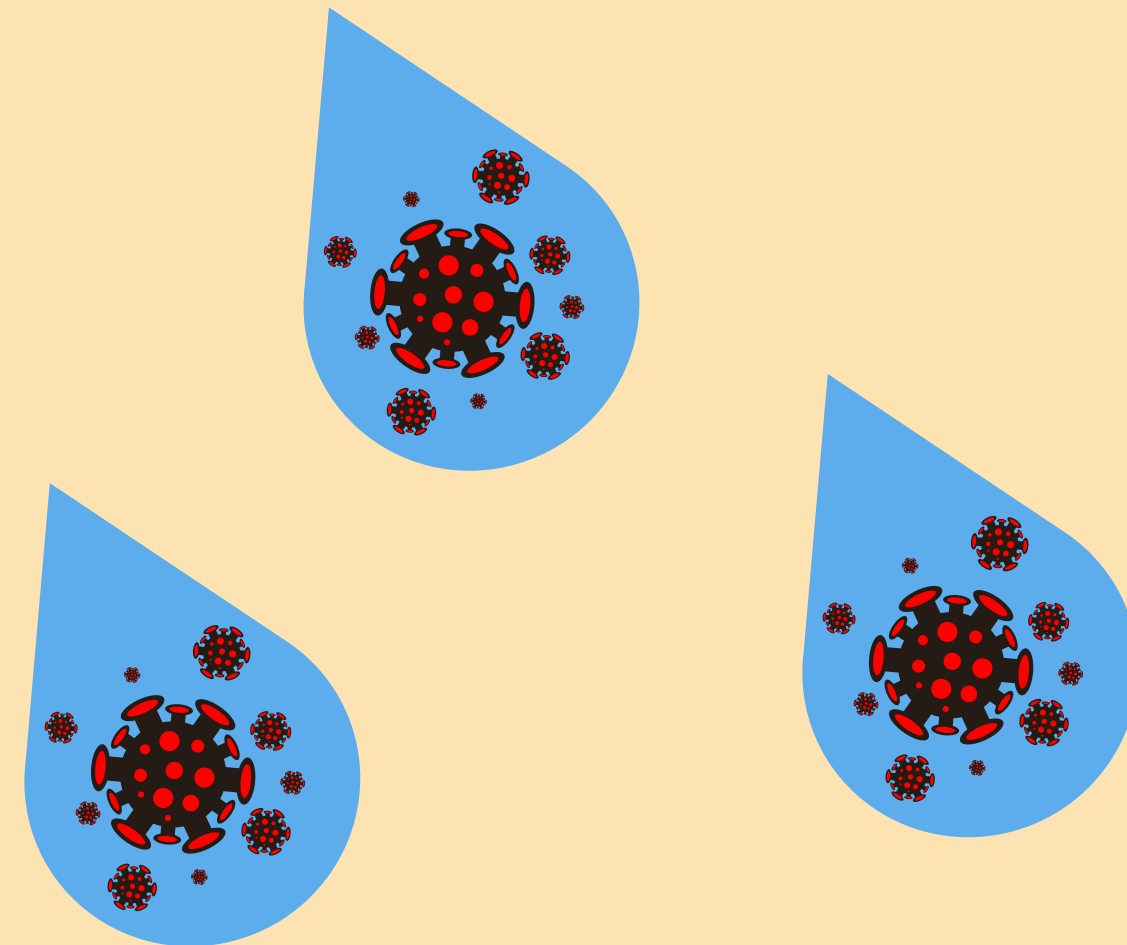
✦ Como um surto pode se  
transformar em uma  
epidemia? ✦



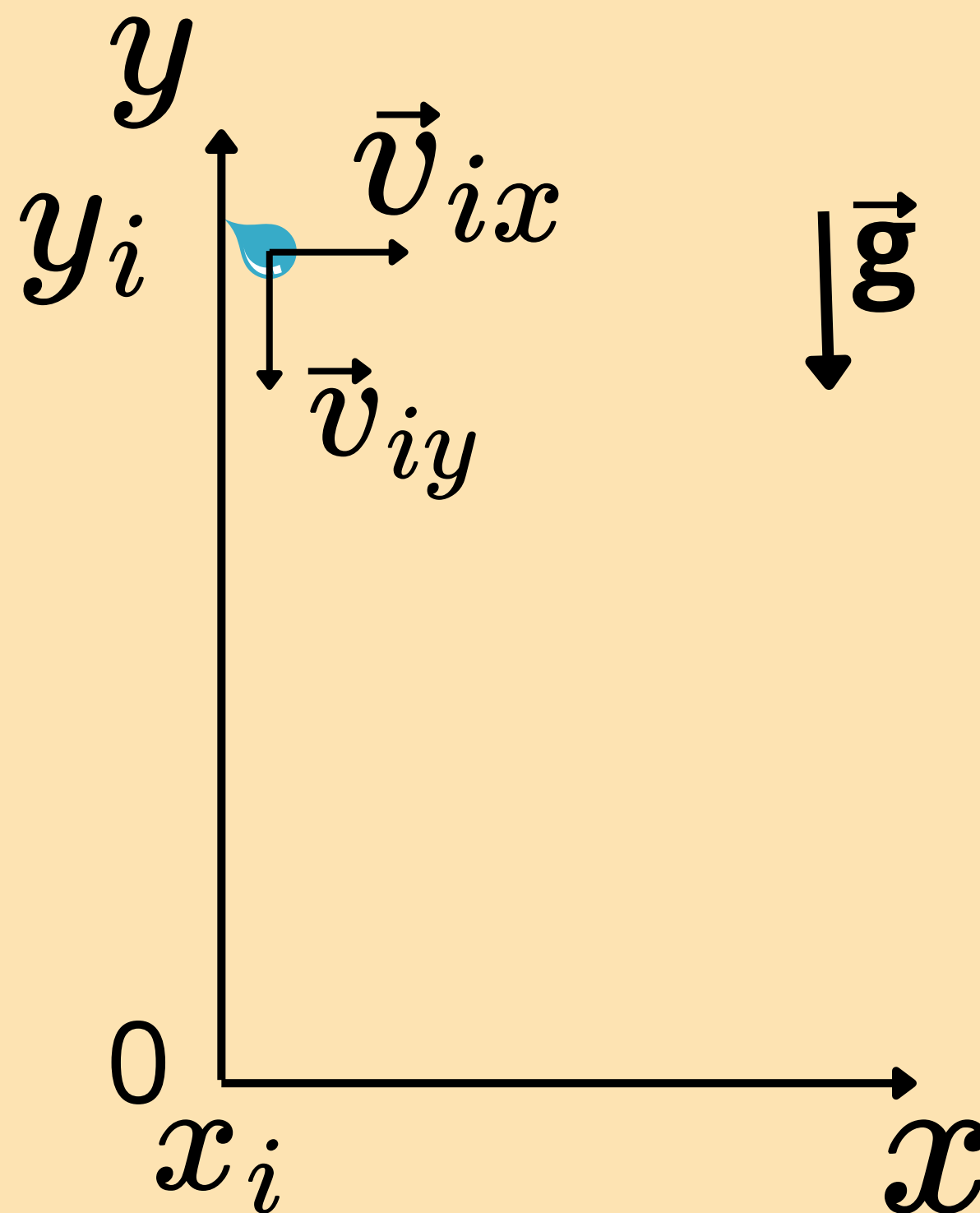
# Como e por que uma doença se espalha?



# Contágio por gotículas



# Queda livre de uma gotícula



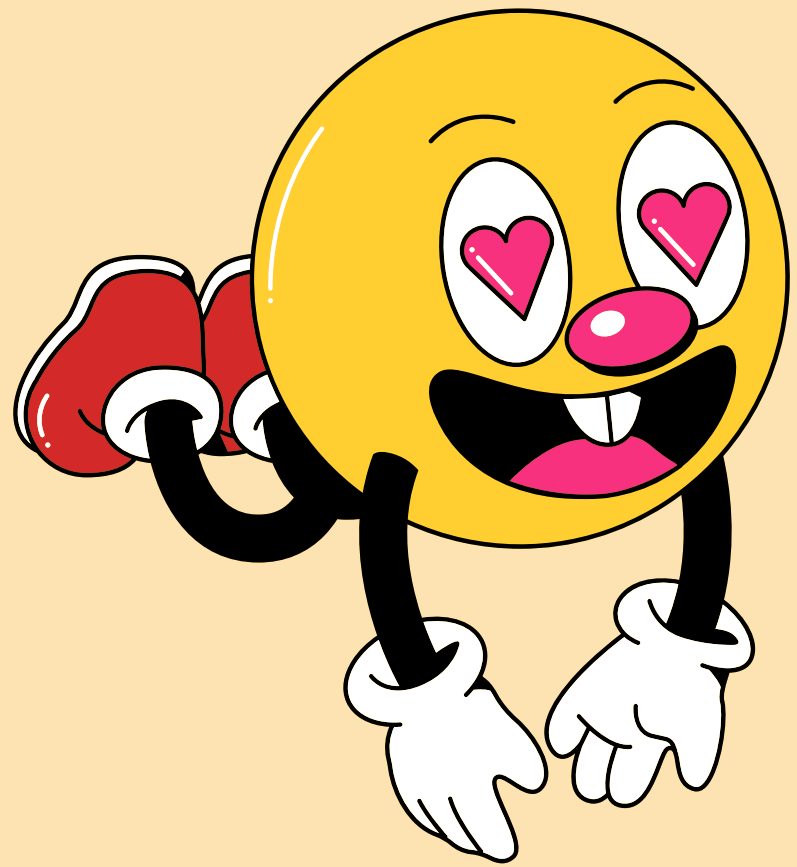
## Equações da queda livre:

$$x(t) = x_i + v_{ix}.t$$

$$v_x(t) = v_{ix}$$

$$y(t) = y_i + v_{iy}.t + \frac{g.t^2}{2}$$

$$v_y(t) = v_{iy} + g.t$$



# Aplicando algumas condições iniciais

$y_i = 1,7m$   $\longrightarrow$  Média da altura de uma pessoa

$x_i = 0$   $\longrightarrow$  Posição inicial no eixo horizontal

$v_{iy} = 0$   $\longrightarrow$  Velocidade inicial da direção vertical

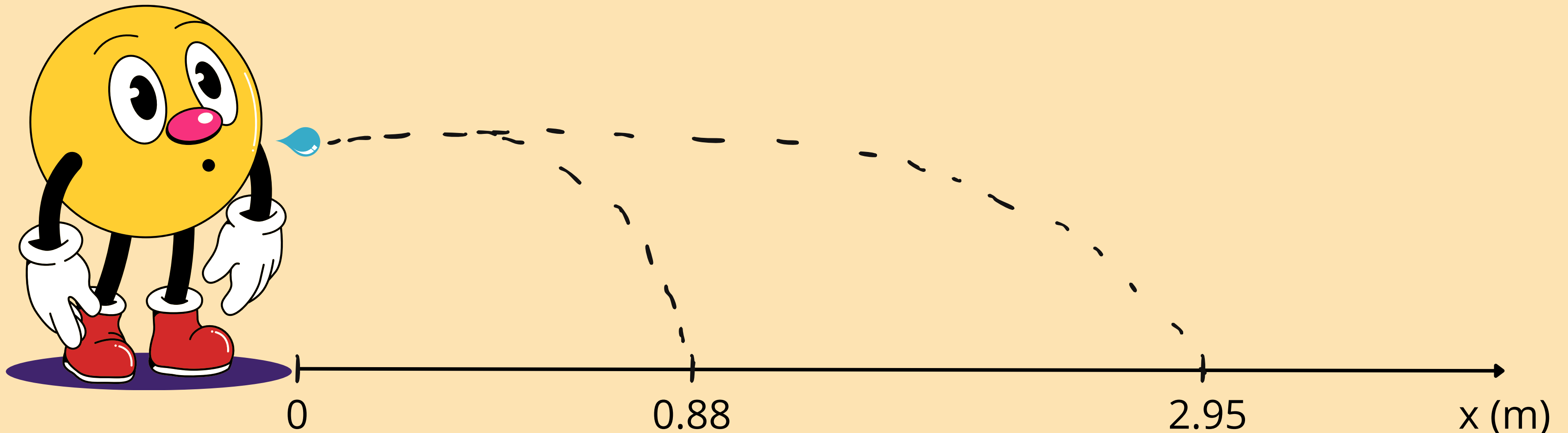
$v1_{ix} = 1,5\frac{m}{s}$   $\longrightarrow$  Estimativa da velocidade que a partícula sai da boca quando **falamos**

$v2_{ix} = 5,0\frac{m}{s}$   $\longrightarrow$  Estimativa da velocidade que a partícula sai da boca quando **espirramos**

$g = -9,8\frac{m}{s^2}$   $\longrightarrow$  Aceleração da gravidade

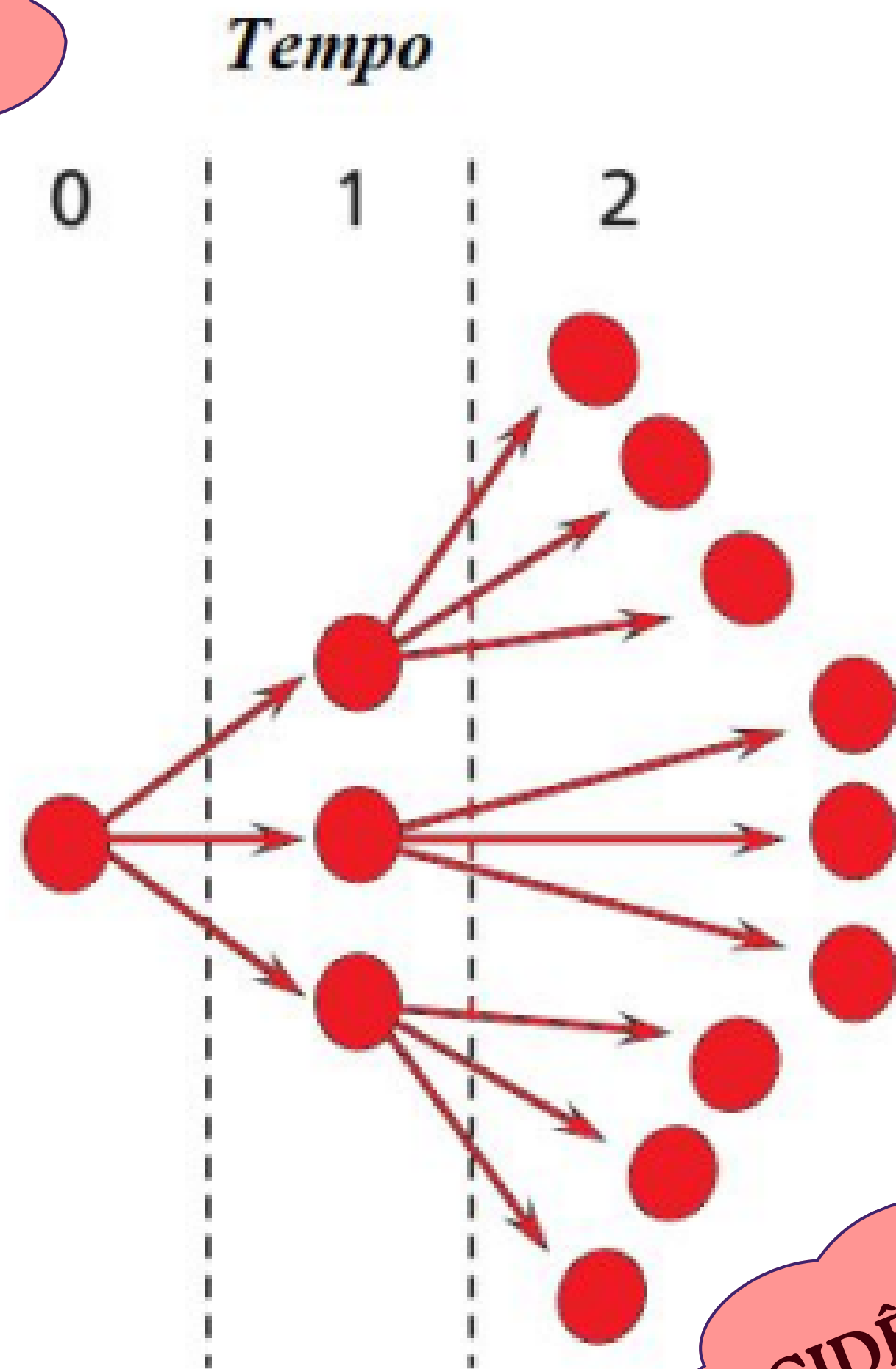
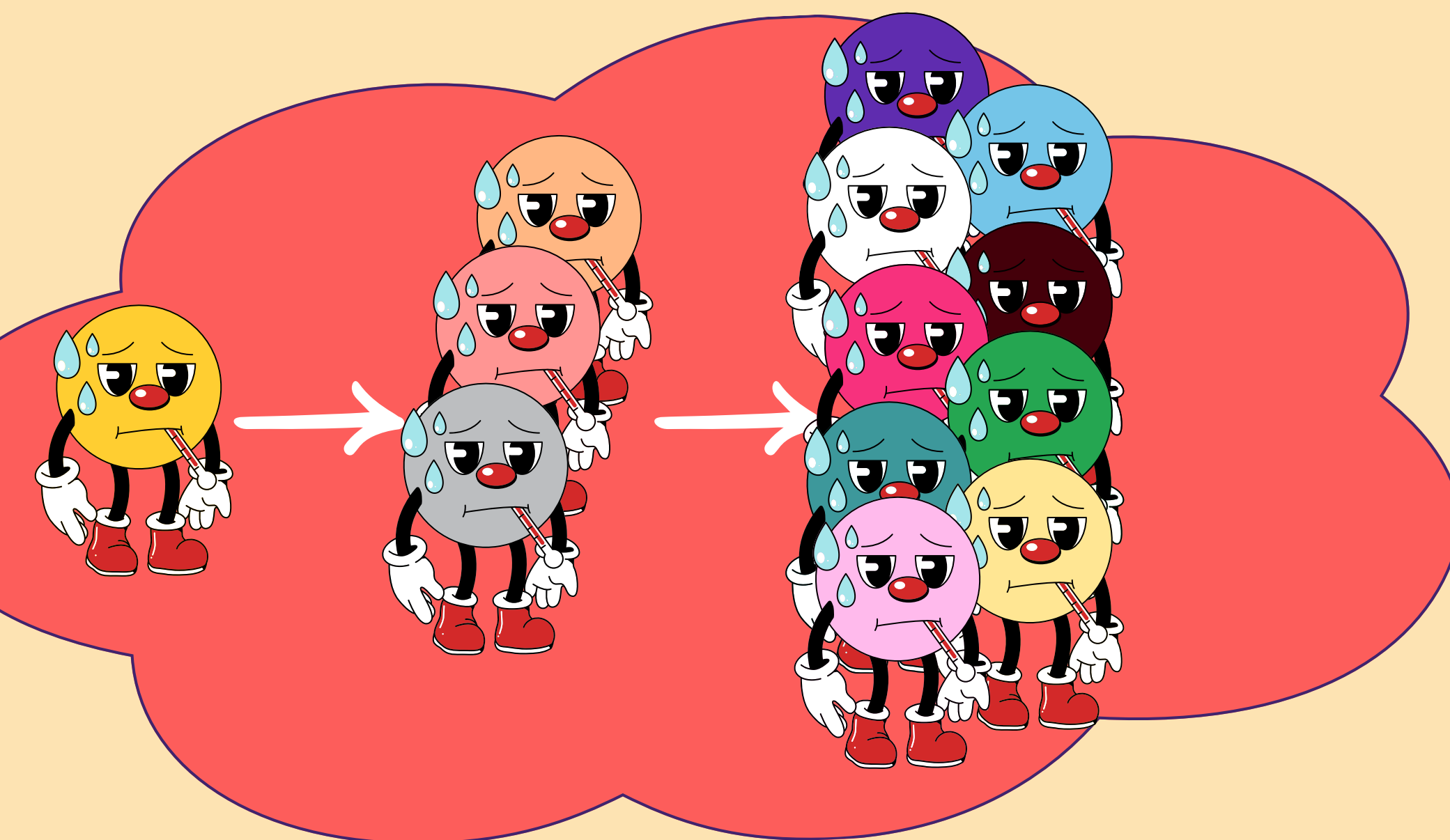
# Encontramos os seguintes resultados

$$t(1.7m) = 0.59s \quad x_{v1} = 0.88m \quad x_{v2} = 2.95m$$



Como se propaga o contágio e como podemos caracterizar o aumento no número de infectados?

$R_0$

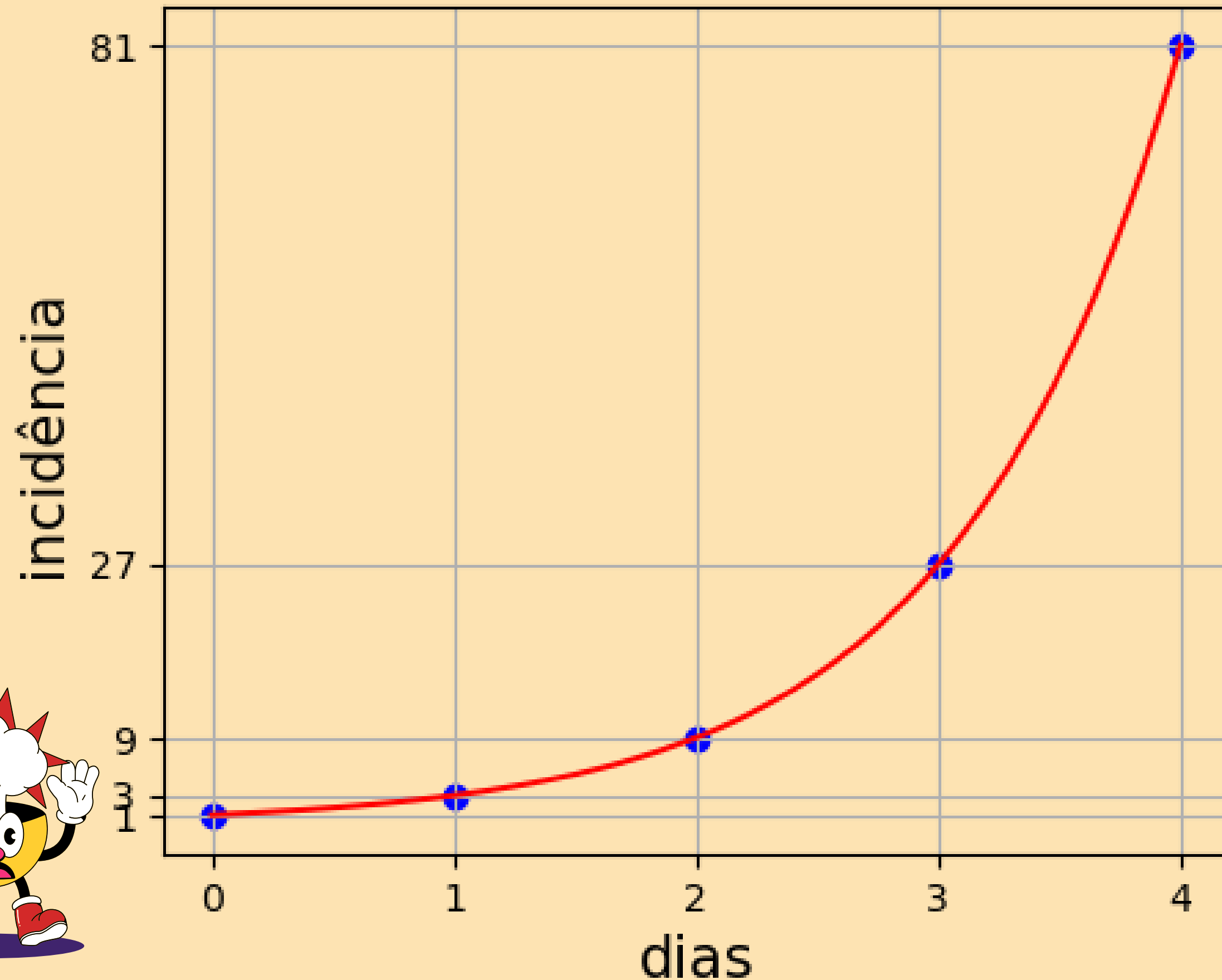


INCIDÊNCIA

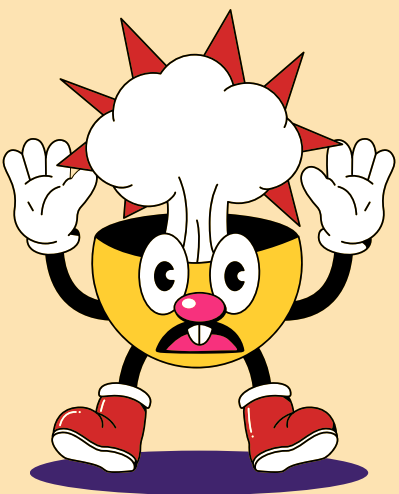


# Crescimento exponencial

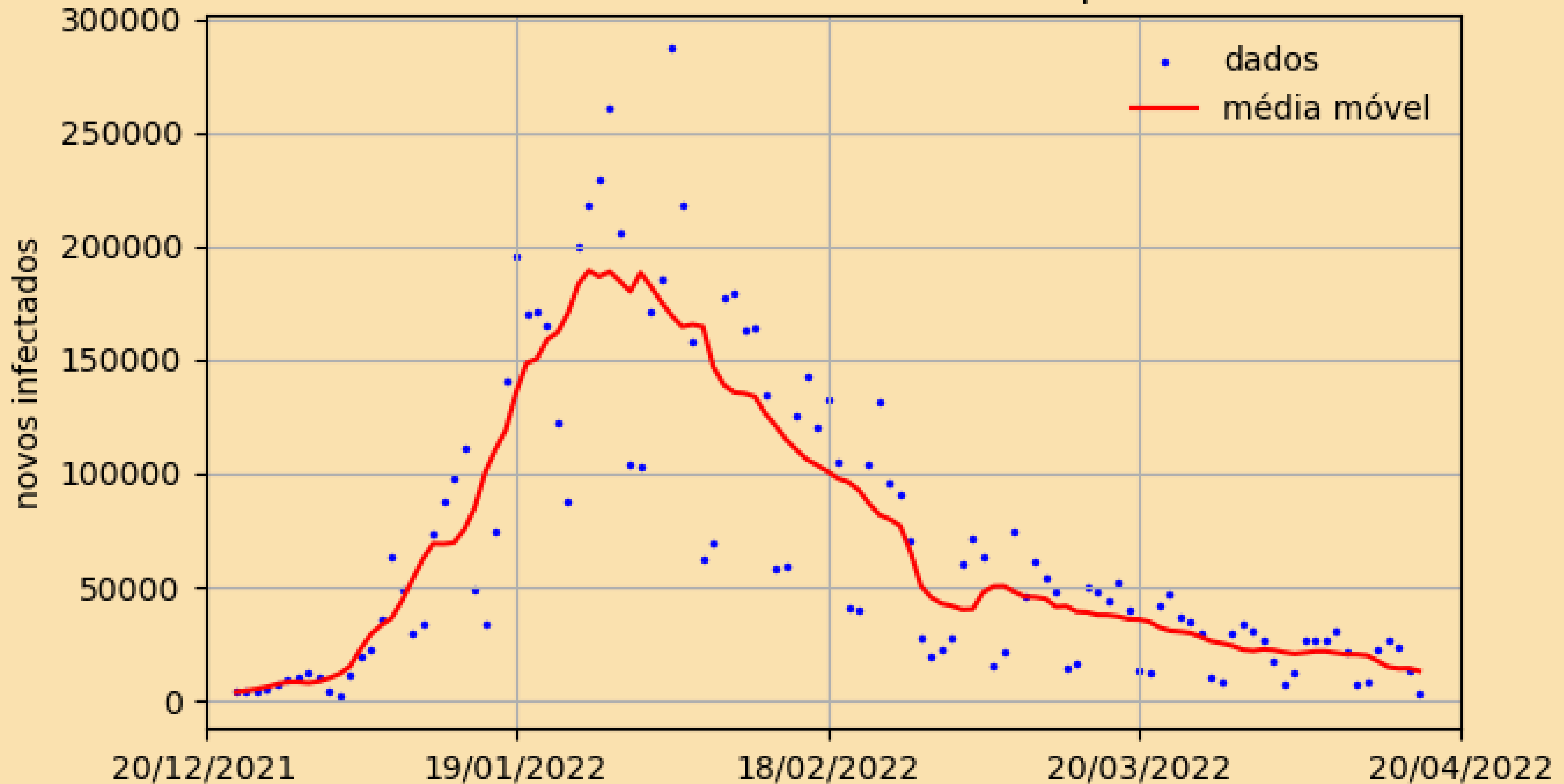
$$inc. (dias) = 3^{dias}$$



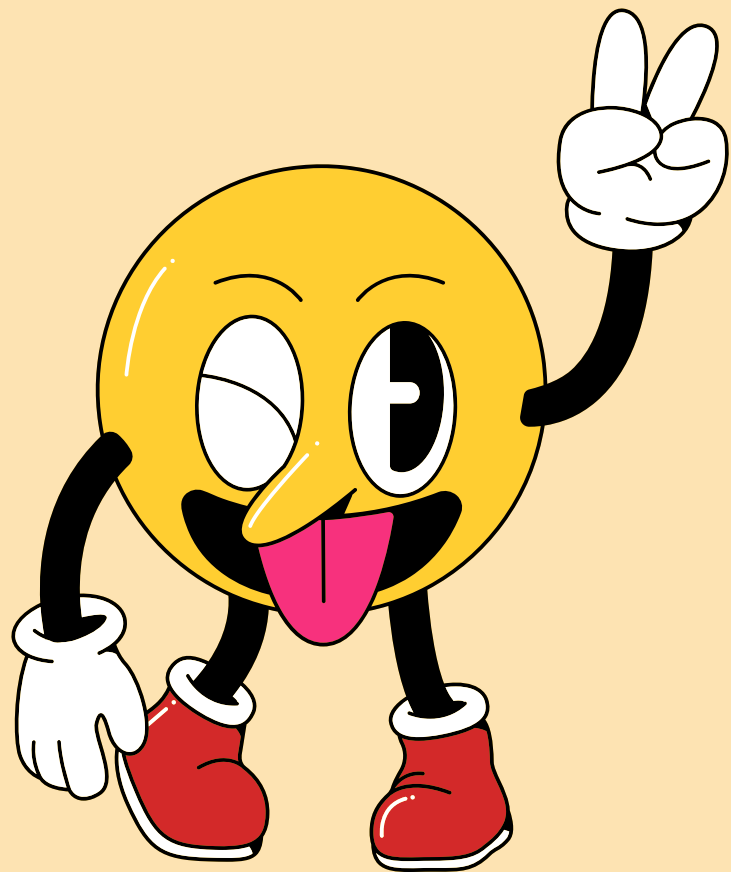
dias	Incidência
0	1
1	3
2	9
3	27
4	81



# Novos casos de COVID no Brasil por dia



**Como verificar se um gráfico  
qualquer tem comportamento  
exponencial?**



# Como usar o logaritmo para verificar se uma função é exponencial

$$y(x) = 3^x$$

$$\log_e(y(x)) = \log_e(3^x)$$

$$\log_e(y(x)) = x \cdot \log_e(3)$$

$$\ln(y(x)) = x \cdot \ln(3)$$

$$\ln(y(x)) = \ln(3) \cdot x$$

$$\ln (y) = x . \ln (3)$$

**Definindo:**

$$z = \ln (y)$$

$$a = \ln (3)$$

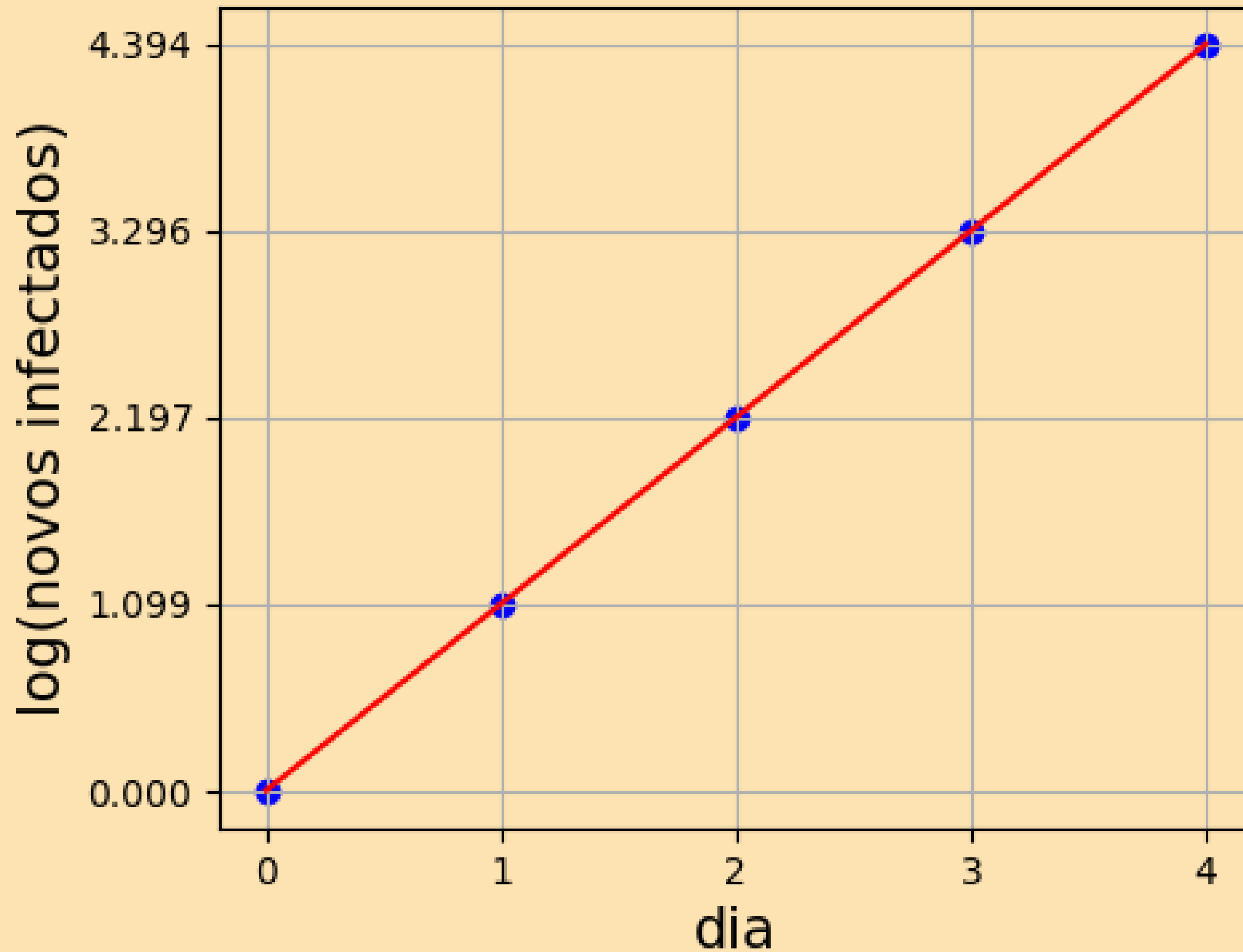
$$b = 0$$

**Obtemos:**

$$z = a . x + b$$

**Equação de uma reta**

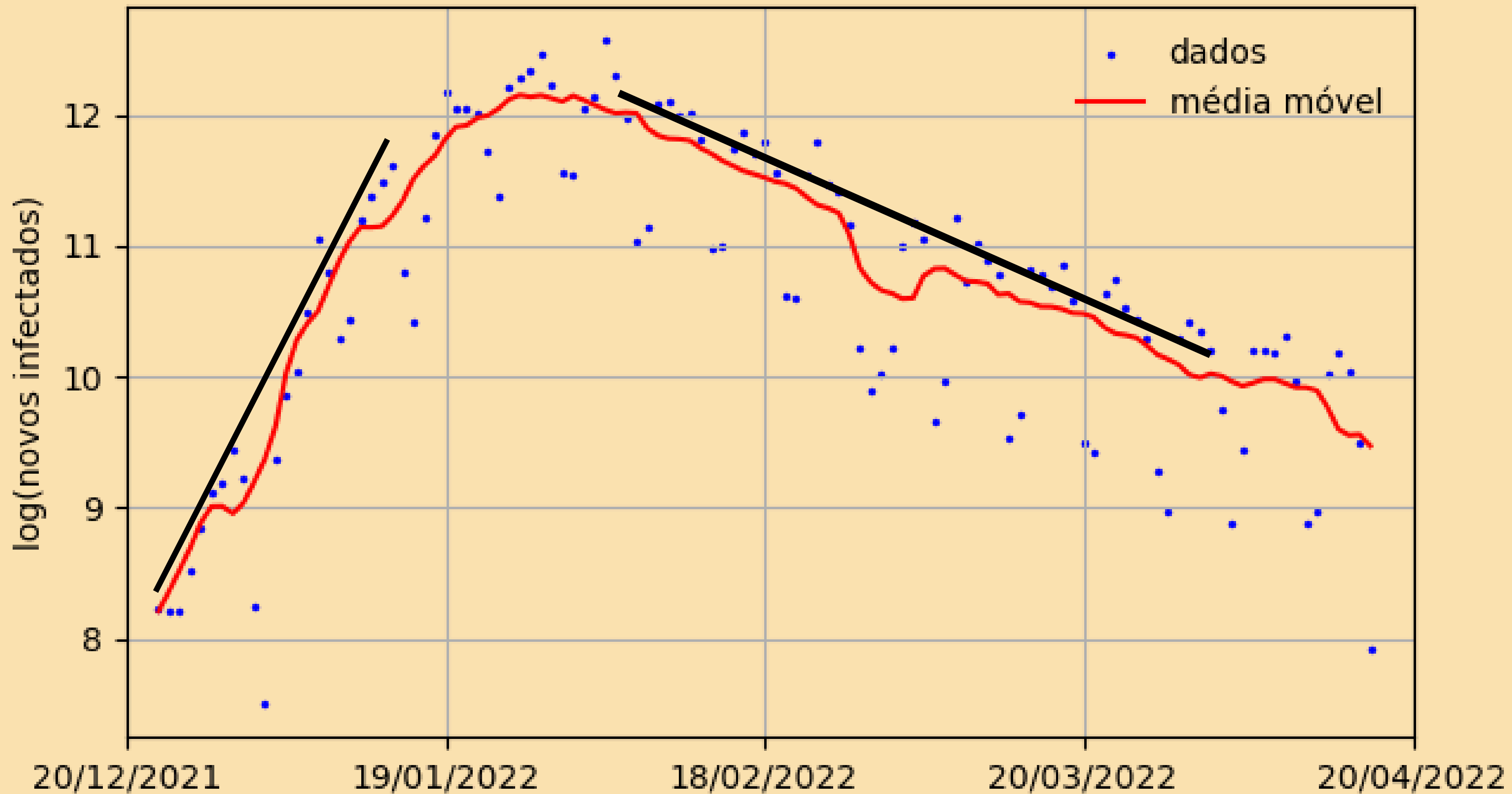
# Crescimento exponencial na escala logaritmica



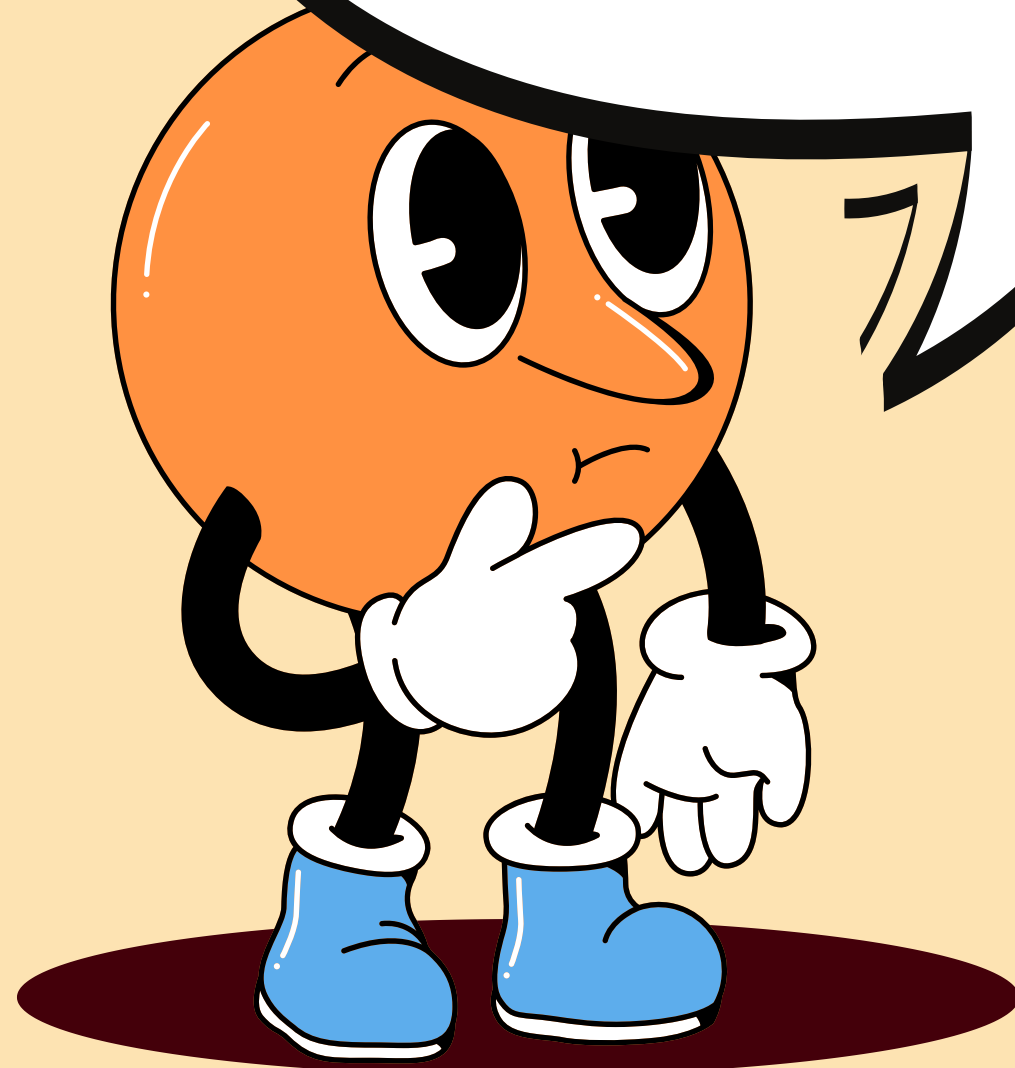
$$\ln(y) = \ln(3) \cdot x$$

dia	<i>log(novos infectados)</i>
1	0,000
2	1,099
3	2,197
4	4,296

# Novos casos de COVID no Brasil por dia



**Como podemos  
obter esse  
comportamento  
através de um  
modelo físico?**

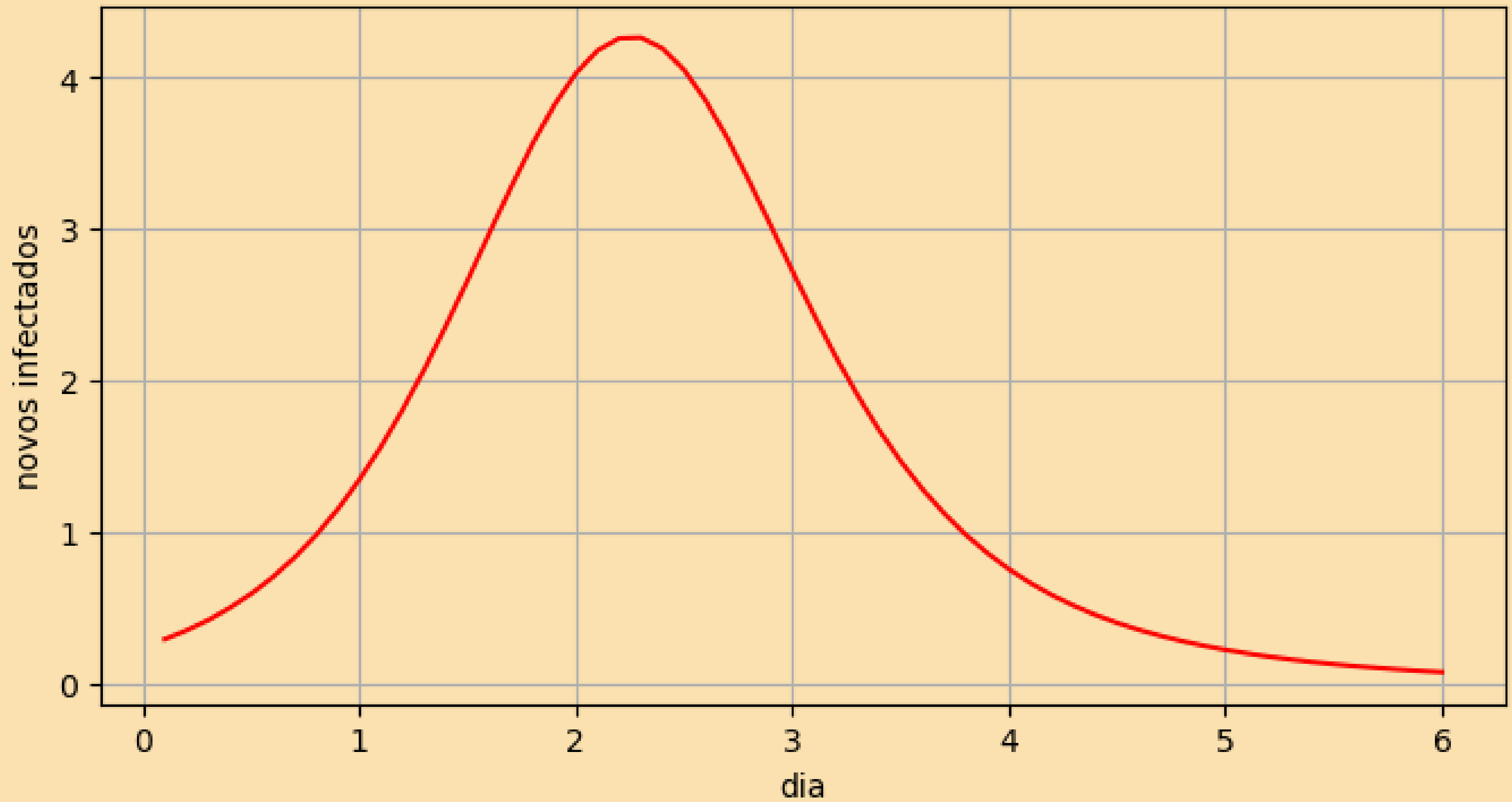


**Através dos modelos  
de propagação de  
epidemias, como o  
SIR.**





Modelo SIR



Modelo SIR



**Na próxima aula veremos como  
funciona este modelo**