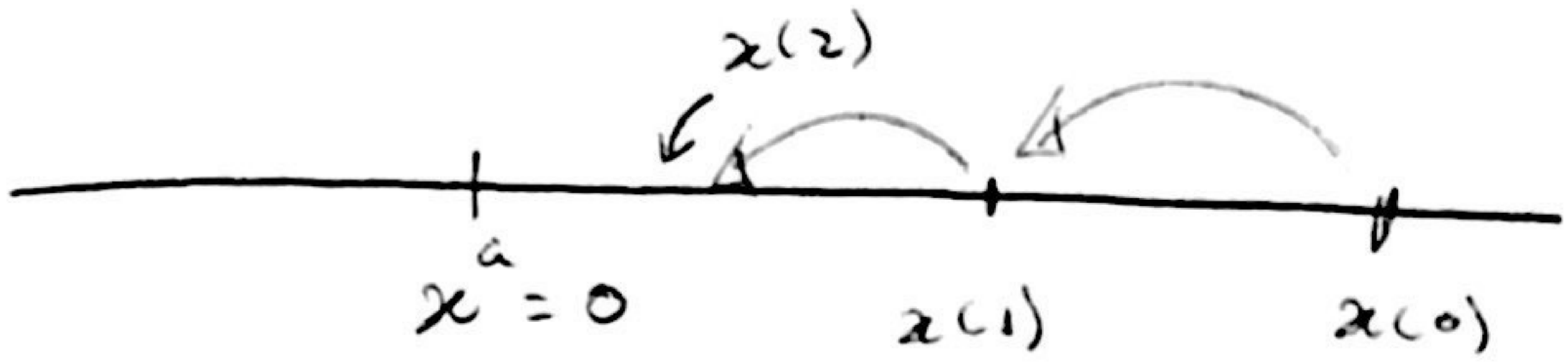
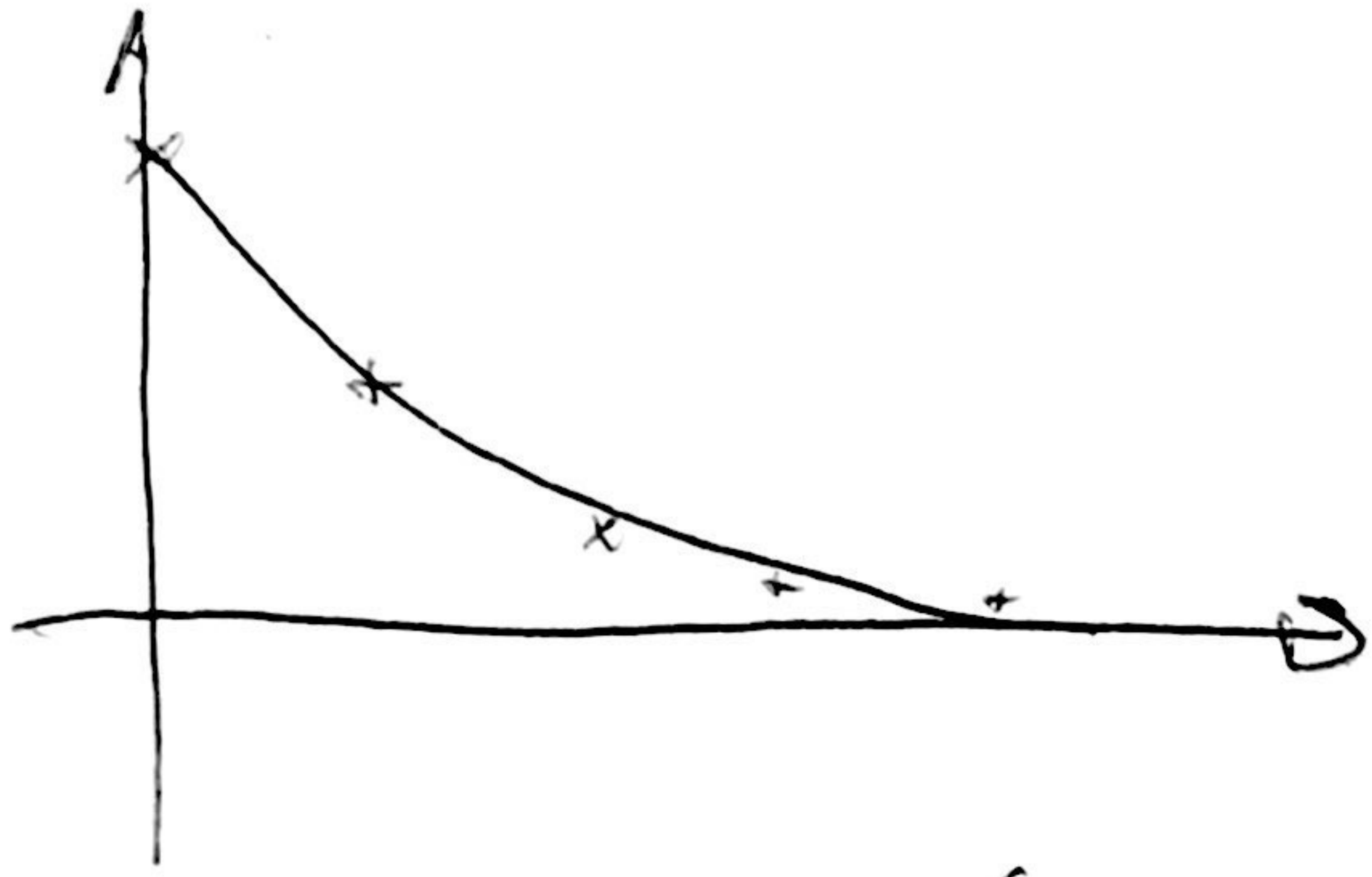
# Estabilidade de $x^*$



$x(t) \to x^a = 0$

$t \to \infty$

$x(t) \to x^a = 0$

$t \to \infty$

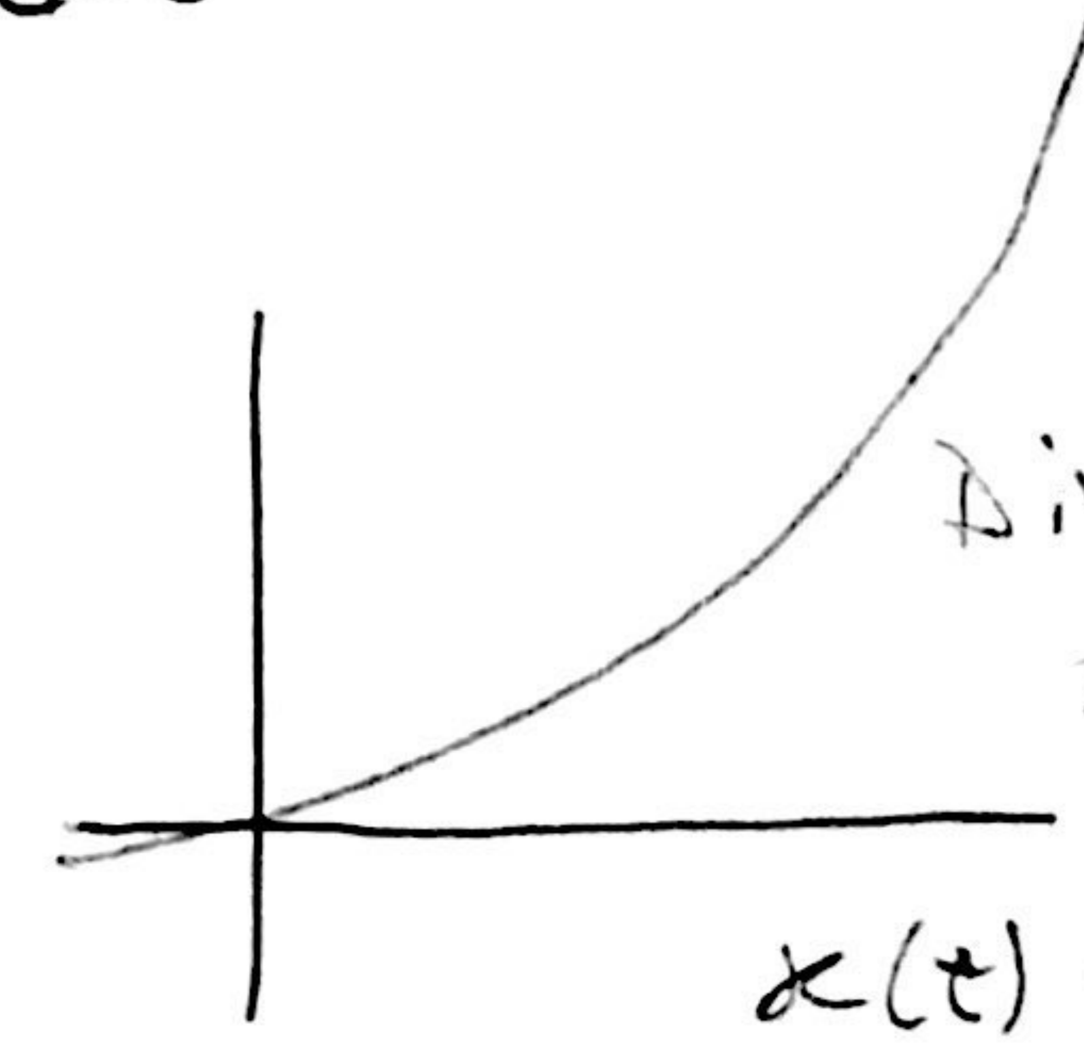
Convergência oscilatória

Para $\mu_i > 1$ ex: $\mu_i = 2$

$x(1) = 2x(0)$

$x(2) = 4x(0)$

$x(3) = 8x(0)$



Divergência monótona

$x(t) \to \infty$

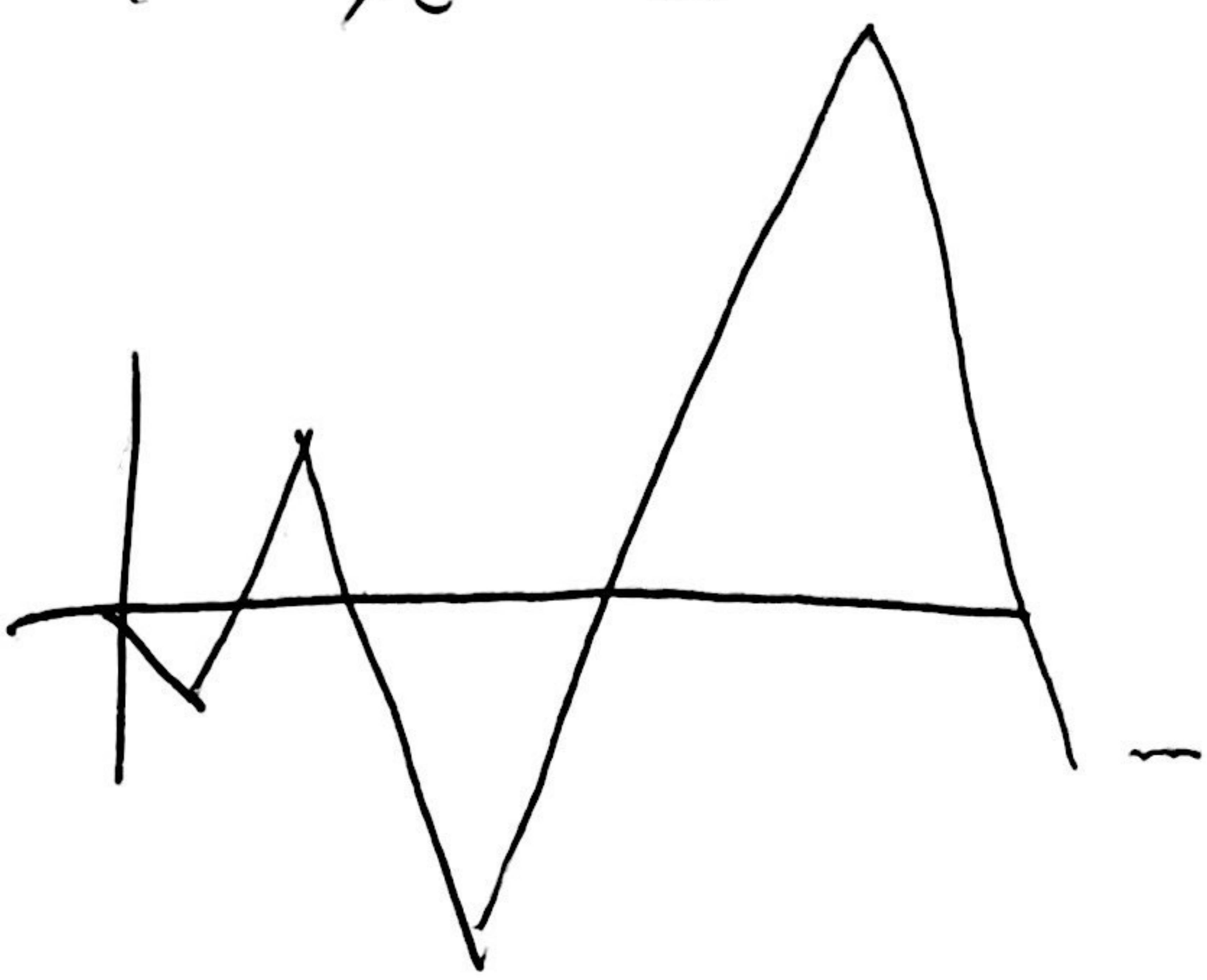
$t \to \infty$

Para $\mu < -1$ ex: $\mu = -2$

$x(1) = -2\,x(0)$

$x(2) = 4\,x(0)$

$x(3) = -8x(0)$



## Mapa Logístico:

termo de saturação

$$x(t+1) = \mu x(t) \cdot (1 - x(t))$$

Se: $0 \leq x \leq 1$

$0 \leq \mu \leq 4$

Domínio $\equiv$ Imagem

coincide!

Obs: o modelo de Euler só temos

4 opções
1. converge à 0
2. explode à 0
3. converge à $\infty$
4. explode à $\infty$

# Cont. Mapa Logístico

Solução Estacionária: $x(t+1) = x(t) = x^a$

$$x^a = \mu_i x^a \cdot (1 + x^a) \qquad \boxed{x^a = 0}$$

$$1 = \mu_i (1 - x^a)$$

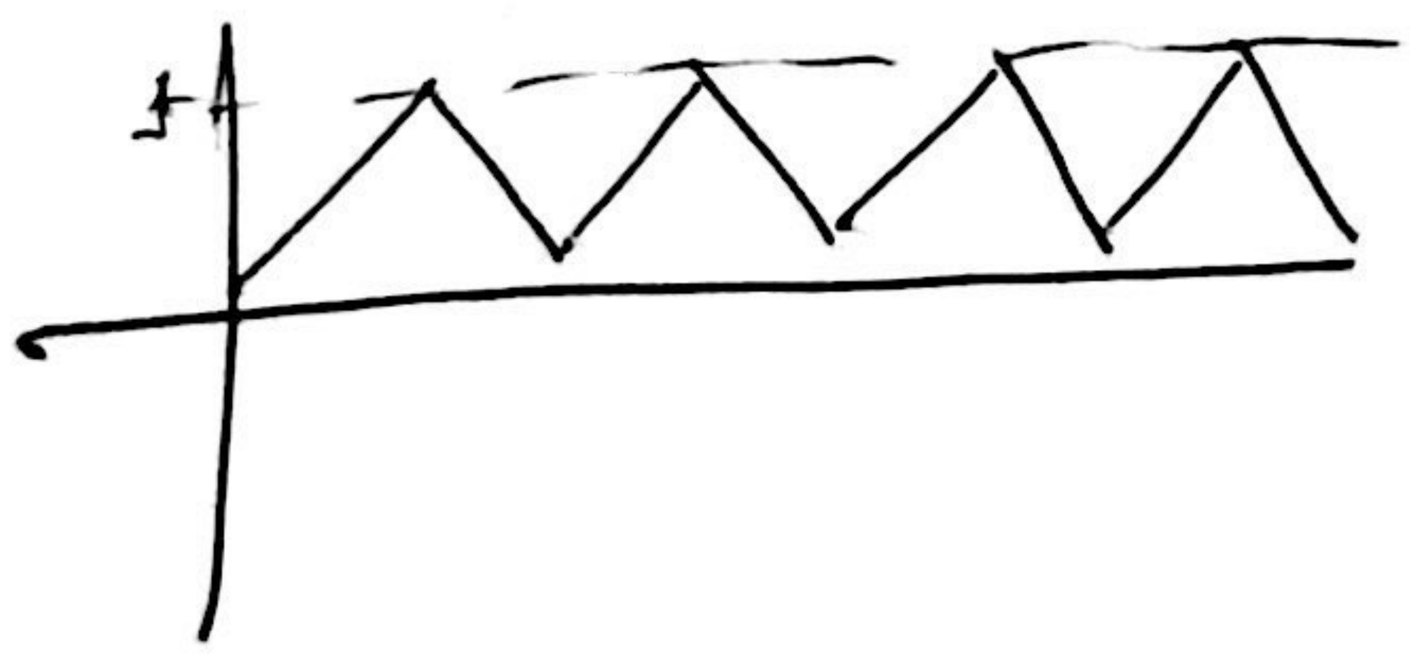
$$1 = \mu - \mu x^a \to \mu_i \cdot x^a = \mu_i - 1$$

$$\boxed{x^a = \frac{\mu - 1}{\mu}}$$

## ÓRBITA PERIÓDICA

exemplo: $x(t+1) = 1 - x(t)^2$

$$x(0) = 0 \to x(1) = 1 \to x(2) = 0 \to x(3) = 1$$



# ÓRBITA DE PERÍODO 2

## # OCTAVE

→ Pegar o código fonte do octave.

## # Como Medir a Complexidade:

- ENTROPIA INFORMACIONAL

(TEORIA DA INFORMAÇÃO)

→ Hoje dia ± 24h (100%)

Hoje choverá (<> 100%)

Hoje choverá das 17h35 às 18h09 (menor onde)

PROBABILIDADE (p)

CONTEÚDO DE INFORMAÇÃO (h)

SHANNON em 1948:

$$\boxed{h = \log \frac{1}{p}} \text{ ou } \log p^{-1}$$

$$\text{ou } -\log p$$

Se $p = 1 \rightarrow h = 0$

Se $p \rightarrow 0 \Rightarrow h \rightarrow \infty$

Scanned with CamScanner

$p = p_1 \cdot p_2$

$h = \log \frac{1}{p} = \log \cdot \frac{1}{p_1} \cdot \frac{1}{p_2}$

$h = \log \frac{1}{p_1} + \log \frac{1}{p_2}$

$h = h_1 + h_2$

$h = \log_2 \frac{1}{p} = (\ldots)$

$p = 1/2$

$h = \log_2 \cdot \frac{1}{1/2} = \log_2 2 = 1$

$N$ Mensagem / Símbolos

$i = 1, \ldots, N$

$h_i \rightarrow$ conteúdo de informação da mensagem $i$

$p_i \rightarrow$ probabilidade de ocorrência da mensagem $i$

$h_i = \log_2 \cdot \frac{1}{p_i}$

QUANTIDADE DE INFORMAÇÃO POR MENSAGEM RECEBIDA (ENTROPIA DE SHANNON)

$$H = \sum_{i=1}^{N} \cdot p_i h_i = \sum_{i=1}^{N} p_i \log_2 \cdot \frac{1}{p_i}$$

ENTRADA DE INFORMAÇÃO

Se $p_i = \frac{1}{N}$ (mensagens equiprováveis)

$\downarrow$

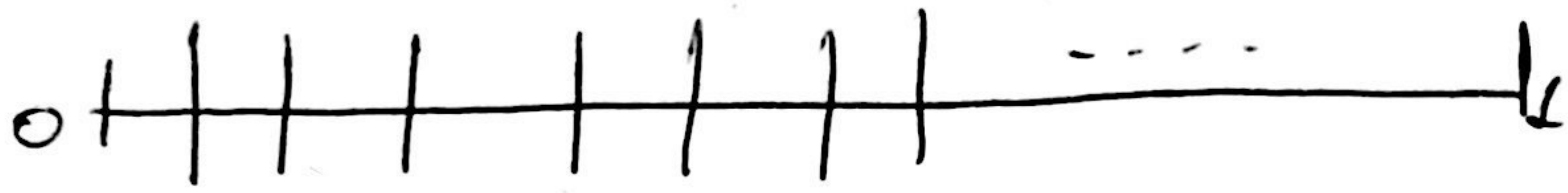
$$H = H_{máx} = N \cdot \frac{1}{N} \cdot \log_2 \cdot \frac{1}{1/N} = \log_2 N$$

- Como o código morse aproveita a probabilidade de acontecer

# ENTROPIA DE SHANON DO MAPA LOGISTICO

$x(1+t) = \mu x(t)\,(1 - x(t))$

- escolhem-se $x(0)$ e $\mu$
- iterar 10.000 vezes
- descartar o transiente de 9.000 pontos
- dividir o intervalo 0-1 em n caixas



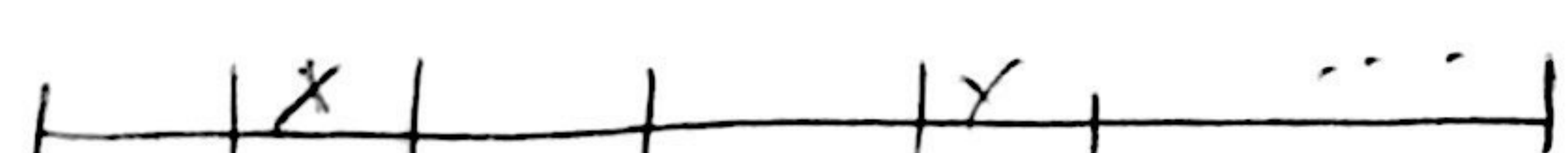

- determinar $p_i$ e com isso o H

Frequência relativa com que a n caixa é visitada

Se $0 \leq \mu \leq 3 \rightarrow x^a$ estacionária

Se $p = 1$, $H = 0$

S $3 < \mu < \sqrt{6}$




$p = 1/2$ $p = 1/2$

Se $p = 1/2$, $H = 1/2 \log_2 2 + 1/2 \log_2 2 = 1$

Se $\cancel{R} = 4$

$\boxed{H=2}$ — $p_i = 1/4$ p/ 4 centros

- Se $N = 4$ → $p_i$ uniforme p/ $N=50$

$\log_2 50 \cong 5,64\ldots$

- corda de 12 nós dos Egípcios
- O que é a entropia da informação do mapa logístico
- O que é um mapa logístico

- Ludwig Boltzmann

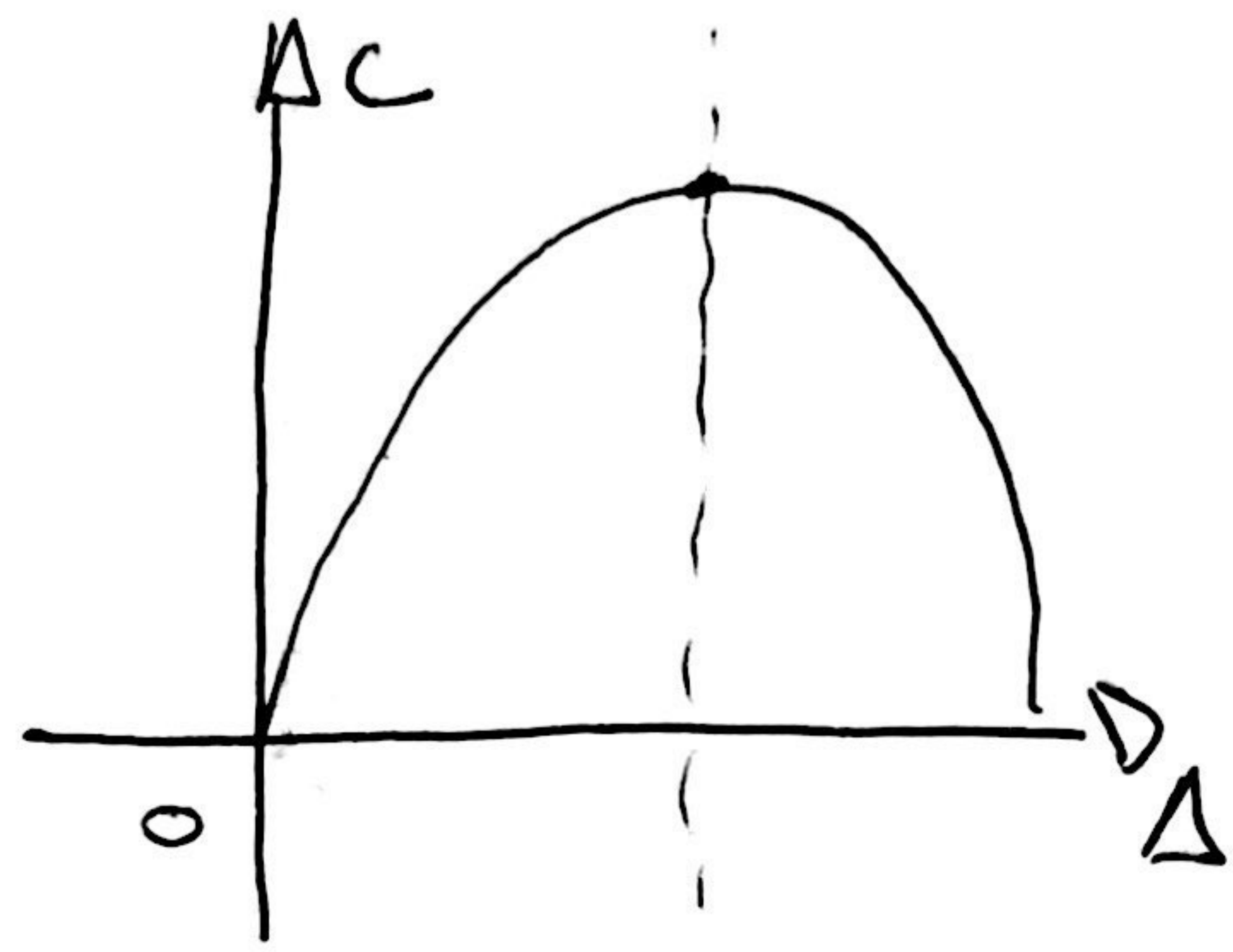
$$S = K \cdot \log W$$

- Demônio de Maxwell

Como medir complexidade

- Complexidade de Shiner, Davison, LANDSBERG - SDL

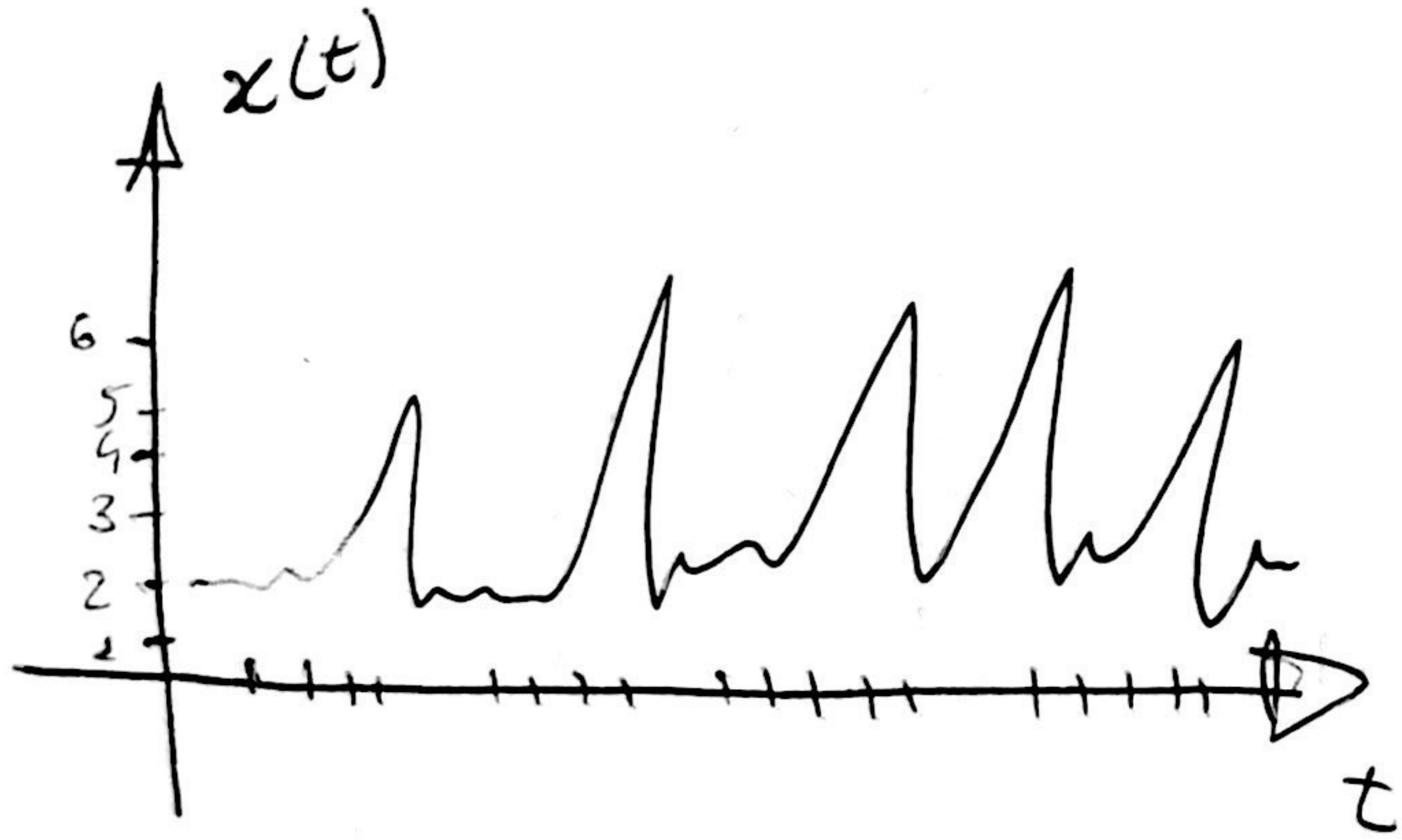
$C_{SDL} = (1 - \Delta)$




- Complexidade de Lorenz, Mancini, Calbet

$$C_{LMC} = \Delta \sum_{i=1}^{N} \left( p_i - \frac{1}{n} \right)^2 = 0 \quad || \quad \Delta = 0$$

$$|| \quad p_i = \frac{1}{N}$$




$l_{x_0}$ = 1 - 3 - 4 - 5 - 1 - 4 - 5 - 6 - 6 - 5 - 1 ...

$p_i \to H \to C_{SDL} \; || \; C_{LMC}$