

# Evidências Teóricas e Observacionais do Aumento de Inteligência em Gatos Domésticos: Uma Teoria Computacional e Bioevolutiva

Luiz Tiago Wilcke

December 26, 2024

## Abstract

Este artigo propõe uma teoria inovadora a respeito do aumento progressivo da inteligência em gatos domésticos (*Felis catus*). Utilizando métodos avançados de matemática, teoria de computação e princípios de bioevolução, desenvolvemos um modelo para descrever como esses felinos podem estar se tornando cognitiva e comportamentalmente mais complexos ao longo do tempo. Exploramos evidências empíricas, sugerimos uma formalização matemática do fenômeno e delineamos perspectivas para futuros experimentos. A hipótese é discutida em paralelo com teorias de evolução e neuroplasticidade, bem como aspectos computacionais, apontando para a possibilidade de que o comportamento dos gatos possa ser descrito por um formalismo de “estados computacionais” sujeitos a um aumento progressivo de “capacidade neural”.

## Contents

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Observações Empíricas e Motivações</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Teoria e Modelagem Matemática</b>	<b>3</b>
3.1	Visão Geral . . . . .	3
3.2	Definição do Parâmetro de Inteligência . . . . .	3
3.3	Equação Diferencial . . . . .	4
3.4	Solução Aproximada da Equação . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Máquinas de Turing e Estados Computacionais do Cérebro Felino</b>	<b>4</b>
4.1	Formalizando o Espaço de Estados . . . . .	4
4.2	“Aumento de Inteligência” e Complexidade de Máquina . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Predições Fenomenológicas e Observáveis</b>	<b>5</b>
5.1	Testes Cognitivos no Ambiente Doméstico . . . . .	5
5.2	Tempo de Aprendizagem Reduzido . . . . .	5
5.3	Eventual Saturação . . . . .	5

<b>6</b>	<b>Discussão Crítica</b>	<b>6</b>
6.1	Limitações do Modelo . . . . .	6
6.2	Efeitos de Seleção Artificial e Acaso . . . . .	6
6.3	Computacional vs. Neurobiológico . . . . .	6
<b>7</b>	<b>Formalismo Matemático Adicional</b>	<b>6</b>
7.1	Equação de Difusão de Inteligência Felina . . . . .	6
7.2	Soluções de Onda Viajante . . . . .	7
<b>8</b>	<b>Conclusões</b>	<b>7</b>
<b>9</b>	<b>Direções Futuras</b>	<b>7</b>
9.1	Pesquisas Comportamentais . . . . .	7
9.2	Genética e Epigenética . . . . .	7
9.3	Computação Distribuída e Redes Neurais Artificiais . . . . .	8
9.4	Relevância Filosófica . . . . .	8

# 1 Introdução

Nas últimas décadas, observou-se um crescente interesse científico na inteligência animal. Em particular, os gatos domésticos têm ganhado relevância em diversos estudos comportamentais e neurológicos, evidenciando capacidades cognitivas surpreendentes. Apesar de o cachorro (*Canis familiaris*) ser tradicionalmente considerado mais “treinável”, muitos tutores de gatos notam comportamentos que podem ser associados a processos cognitivos mais elaborados [1].

Este artigo apresenta uma abordagem fundamentalmente matemática e computacional para argumentar que os gatos domésticos estão aumentando gradativamente seu nível de inteligência ao longo das gerações. A exposição abrange teoria da evolução, análise de dados observacionais e um modelo físico-matemático que propõe a existência de “saltos” computacionais no cérebro felino.

## 2 Observações Empíricas e Motivações

Empiricamente, relatórios de comportamento felino [2] indicam que:

- a) Gatos conseguem aprender hábitos e truques mais complexos do que se acreditava anteriormente.
- b) Muitos gatos demonstram reconhecimento de certos símbolos e podem responder a comandos específicos não apenas por condicionamento, mas por um processo de inferência.
- c) Há relatos anedóticos de gatos que aprendem a abrir portas, acionar interruptores e até mesmo reconhecer padrões na rotina dos humanos.

Além disso, estudos de neuroimagem em felinos sugerem que a densidade de neurônios corticais e o nível de conectividade neuronal podem estar aumentando, possivelmente devido a aspectos de domesticação e convivência intensa com humanos [3].

## 3 Teoria e Modelagem Matemática

### 3.1 Visão Geral

Para formalizar o conceito de “inteligência felina em crescimento”, propomos um modelo dinâmico que relaciona um “grau de inteligência” a variáveis como estimulação ambiental, hereditariedade e plasticidade neural.

### 3.2 Definição do Parâmetro de Inteligência

Seja  $\alpha(t)$  uma função de variável real  $t \in \mathbb{R}$ , representando o tempo (medido em gerações, por exemplo). Definimos:

$$\alpha(t) = \text{QI}(t) - \text{QI}_0,$$

onde  $\text{QI}(t)$  é o quociente de inteligência média estimado para a população de gatos no instante  $t$ , e  $\text{QI}_0$  é um valor de referência (por exemplo, a média observada no ano de 1980).

### 3.3 Equação Diferencial

Podemos sugerir que a taxa de variação de  $\alpha$  ao longo do tempo satisfaça uma equação do tipo:

$$\frac{d\alpha}{dt} = r \alpha(t) \left(1 - \frac{\alpha(t)}{K}\right) + \beta \Gamma(t). \quad (1)$$

- O termo  $r \alpha(t) (1 - \alpha/K)$  reflete uma dinâmica logística. Isto é, a inteligência média dos gatos pode crescer rápido, mas tende a saturar em algum patamar  $K$ .
- O parâmetro  $\beta \Gamma(t)$  serve como fonte externa de estímulo: ambientes mais enriquecidos, maior participação dos gatos em rotinas humanas e seleção artificial feita por tutores podem introduzir impulsos adicionais de avanço cognitivo.

Caso  $\Gamma(t)$  seja uma função crescente, indicando aumento de complexidade ambiental ao longo do tempo, poderíamos ter soluções que se aproximam de um regime superior, mas ainda dependentes do grau de “pressão” cultural.

### 3.4 Solução Aproximada da Equação

A Equação (1) pode ser estudada numericamente ou via aproximações assintóticas. Supondo  $\Gamma(t) = \Gamma_0$  constante para simplificar, e  $\beta \Gamma_0 \ll K$ , temos:

$$\frac{d\alpha}{dt} \approx r \alpha \left(1 - \frac{\alpha}{K}\right) + \beta \Gamma_0.$$

Quando  $\alpha \ll K$ , no regime inicial:

$$\frac{d\alpha}{dt} \approx r \alpha + \beta \Gamma_0.$$

Solução aproximada (ignorando saturação inicial):

$$\alpha(t) \approx \alpha(0) e^{rt} + \frac{\beta \Gamma_0}{r} (e^{rt} - 1).$$

Já para  $\alpha$  próxima de  $K$ , a dinâmica tende a estabilizar.

## 4 Máquinas de Turing e Estados Computacionais do Cérebro Felino

### 4.1 Formalizando o Espaço de Estados

De acordo com a hipótese apresentada, o cérebro felino pode ser visto como uma rede de “unidades computacionais” especializadas. Sejam:

$$Q = \{\text{estados possíveis do sistema neural}\},$$

$$\Sigma = \{\text{conjunto de símbolos ou inputs sensoriais}\}.$$

Uma Máquina de Turing associada ao gato poderia ser (de modo abstrato) descrita por:

$$M_{\text{gato}} = (Q, \Gamma, b, \Sigma, \delta, q_0, F),$$

onde  $\Gamma$  é um alfabeto hipotético de “padrões de ativação”, e  $\delta$  é a função de transição que mapeia (estado atual, input sensorial) em (próximo estado, output comportamental, movimento do “foco atencional”).

## 4.2 “Aumento de Inteligência” e Complexidade de Máquina

À medida que o gato desenvolve maior plasticidade e conexões neurais, o conjunto  $Q$  (ou a estrutura de suas transições  $\delta$ ) se expande. Assim, podemos usar algum proxy de complexidade de máquina (por exemplo, o tamanho de  $Q$  ou a profundidade de uma rede neural) como métrica de inteligência.

Um *teorema hipotético* poderia ser formulado:

Se a função  $|Q(t)|$  cresce ao longo das gerações, então cresce a capacidade computacional de  $M_{\text{gato}}$ .

Isto se refletiria em maior aptidão para resolver problemas, planejar e até mesmo exibir comportamentos de autoaprendizagem.

## 5 Predições Fenomenológicas e Observáveis

### 5.1 Testes Cognitivos no Ambiente Doméstico

O modelo sugere que, para verificar o crescimento da inteligência felina, podem-se conduzir experimentos domiciliares simples, tais como:

- i) Resolução de labirintos (físicos ou mesmo virtuais via telas sensíveis).
- ii) Reconhecimento de símbolos arbitrários associados a recompensas.
- iii) Observação de comportamentos de “exploração” e “criatividade” diante de obstáculos.

Se o modelo for válido, notar-se-ia um incremento estatisticamente significativo na performance média dos gatos ao longo de gerações (p. ex., comparar gatos de 2005 com gatos de 2025).

### 5.2 Tempo de Aprendizagem Reduzido

Outra predição é a diminuição do tempo necessário para um gato aprender um truque complexo. Modelando o tempo de aprendizagem  $T$  como:

$$T(\alpha) = \frac{1}{f(\alpha)},$$

onde  $f(\alpha)$  é uma função crescente do parâmetro de inteligência  $\alpha$ . Se  $\alpha$  cresce, então  $T(\alpha)$  diminui, resultando em aprendizado mais ágil nas gerações futuras.

### 5.3 Eventual Saturação

Apesar das projeções de aumento, o modelo sugere a possibilidade de saturação se não houver estímulos externos suficientes ou se houver restrições genéticas que limitem o tamanho do encéfalo felino. Nesse caso, a inteligência atingiria um patamar de equilíbrio, coerente com a dinâmica logística (1).

## 6 Discussão Crítica

### 6.1 Limitações do Modelo

A proposta de descrever a inteligência felina via um parâmetro contínuo  $\alpha(t)$  e associar isso a uma equação logística com termo extra de estímulo é, obviamente, uma idealização simplificada. O processo de evolução e domesticação envolve múltiplos fatores genéticos, epigenéticos e culturais.

### 6.2 Efeitos de Seleção Artificial e Acaso

A dinâmica real pode estar sujeita a pressões de seleção artificial por parte de humanos, favorecendo a adoção de gatos mais sociáveis e espertos, ao mesmo tempo que eventos aleatórios podem modificar o pool genético de forma não linear [4]. Modelos mais avançados poderiam empregar equações de reação-difusão ou métodos de dinâmica de populações.

### 6.3 Computacional vs. Neurobiológico

Mesmo que a analogia com Máquinas de Turing seja interessante, o cérebro não é simplesmente uma fita infinita com cabeça de leitura/escrita. O paralelismo inerente e a natureza distribuída das redes neurais felinas adicionam camadas de complexidade. Todavia, o formalismo computacional oferece um arcabouço conceitual poderoso para investigar o aumento de “capacidade de processamento”.

## 7 Formalismo Matemático Adicional

Para reforçar nosso modelo, podemos introduzir uma equação parcial diferencial que descreva, espacialmente, a evolução de  $\alpha$  em uma população distribuída de gatos.

### 7.1 Equação de Difusão de Inteligência Felina

Considere uma população de gatos distribuída em uma região  $\Omega \subset \mathbb{R}^2$  (pode representar uma cidade). Definimos  $\alpha = \alpha(x, t)$  como a “densidade cognitiva” em  $x \in \Omega$ . Propomos a PDE:

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = D \nabla^2 \alpha + r \alpha \left(1 - \frac{\alpha}{K}\right) + \beta \Gamma(x, t), \quad (2)$$

onde:

- (i)  $D$  é um coeficiente de difusão que representa a troca de “informação” (ou genes e comportamentos) entre gatos vizinhos.
- (ii)  $r$  e  $K$  mantêm o significado logístico.
- (iii)  $\Gamma(x, t)$  representa estímulos externos que variam espacialmente e temporalmente (por exemplo, áreas urbanas com alto nível de interação humana).

Essa PDE poderia gerar *ondas de “cognição felina”* se  $D$  e  $\beta\Gamma$  forem suficientemente grandes.

## 7.2 Soluções de Onda Viajante

Analisando (2) em 1D e assumindo  $\Gamma$  constante, poder-se-ia buscar soluções do tipo  $\alpha(\xi) = \alpha(x - ct)$ . Isso produziria uma equação ordinária para  $\alpha(\xi)$  e permitiria estudar como a “frente de inteligência” avança no espaço, análogo a frentes de reação-difusão [5].

## 8 Conclusões

Este artigo propõe, por meio de uma teoria matemático-computacional, que os gatos domésticos podem estar se tornando gradativamente mais inteligentes. O modelo teórico inspira tanto experimentos empíricos quanto discussões filosóficas sobre evolução, domesticação e capacidade neural. Em resumo:

1. Definimos um parâmetro  $\alpha(t)$  para quantificar o crescimento cognitivo felino ao longo do tempo.
2. Propusemos uma equação diferencial (tipo logística com fonte) para descrever a dinâmica.
3. Discutimos a relação entre estados computacionais do cérebro felino e a expansão do “conjunto de estados” possíveis, em analogia a Máquinas de Turing.
4. Introduzimos uma PDE para modelar a difusão espacial da inteligência felina em ambientes urbanos.
5. Sugerimos experimentos e medições para testar a hipótese.

Apesar da natureza especulativa, a presente teoria abre caminhos para investigações interdisciplinares, conjugando biologia evolutiva, neurociência e ciência da computação. Caso as previsões se confirmem, teremos evidências de que a espécie *Felis catus* está num processo de aumento de inteligência, possivelmente acelerado pela convivência com seres humanos.

## 9 Direções Futuras

### 9.1 Pesquisas Comportamentais

Ampliação dos testes de QI felino, padronizando protocolos de labirintos, reconhecimento de símbolos, testes de memória e resolução de problemas. Coletar dados ao longo de décadas para verificar tendências de longo prazo.

### 9.2 Genética e Epigenética

Investigar marcadores genéticos e epigenéticos associados à maior conectividade neuronal e sociabilidade dos gatos. Comparar raças e populações domésticas de diferentes países para buscar correlações com ambientes de alta estimulação [6].

### 9.3 Computação Distribuída e Redes Neurais Artificiais

Realizar simulações de redes neurais artificiais inspiradas em princípios felinos, adicionando “mecanismos de falha” ou “mutação adaptativa” que reflitam a evolução real dos cérebros de gatos, e verificar se há *emergência* de maior complexidade.

### 9.4 Relevância Filosófica

Debater as implicações de um possível “salto cognitivo” em gatos no contexto de moral animal, direitos dos animais e até mesmo da possibilidade de comunicação mais sofisticada entre espécies. A hipótese levanta a questão: se os gatos realmente se tornarem cognitiva e emocionalmente mais complexos, deveríamos redefinir o nosso relacionamento e obrigações com eles?

## Agradecimentos

Agradeço a todos os tutores de gatos que, ao longo da história, contribuíram com seus relatos anedóticos e observações empíricas; esses dados, embora não sistematizados, formam o alicerce inicial para a teoria aqui delineada.

## References

- [1] Bradshaw, J. *Cat Sense: How the New Feline Science Can Make You a Better Friend to Your Pet*. Basic Books, 2013.
- [2] Turner, D. C., Bateson, P. *The Domestic Cat: The Biology of Its Behaviour*. Cambridge University Press, 2000.
- [3] Mieshelle, N. *The Cat Whisperer: Why Cats Do What They Do—and How to Get Them to Do What You Want*. Crown, 2013.
- [4] Darwin, C. *On the Origin of Species*. John Murray, 1859.
- [5] Murray, J. D. *Mathematical Biology I: An Introduction*. Springer, 2002.
- [6] Houpt, K. A. *Domestic Animal Behavior*. Blackwell, 2018.