

# IA, computación distribuida, y lógica

Sergio Rajsbaum

Instituto de Matemáticas

UNAM



Seminario Inteligencia Artificial y Lógica

11 de noviembre 2025

# inteligencia artificial y los LLM (modelo extenso de lenguaje )



Yann LeCun (NYU y Meta) ha insistido en que los LLM son, en teoría, procesos simples que predicen la siguiente palabra en una oración basándose en un análisis exhaustivo del texto.

Bender, Gebru, McMillan-Major,  
Schmitchell, ACM FAccT '21

# Un loro estadístico muy complejo

Yann LeCun estimó que a una persona que leyera 8 horas al día le tomaría 22,000 años leer todo el texto con el que se ha entrenado GPT 4.0.



# six legendary figures in AI Declare Human-Level Intelligence Has Arrived

7 november 2025, FT, London



Yann LeCun

# Ejemplos concretos donde la IA ya ha superado el rendimiento humano.

- reconocer 22,000 objetos
- traducir 100 lenguajes
- etc

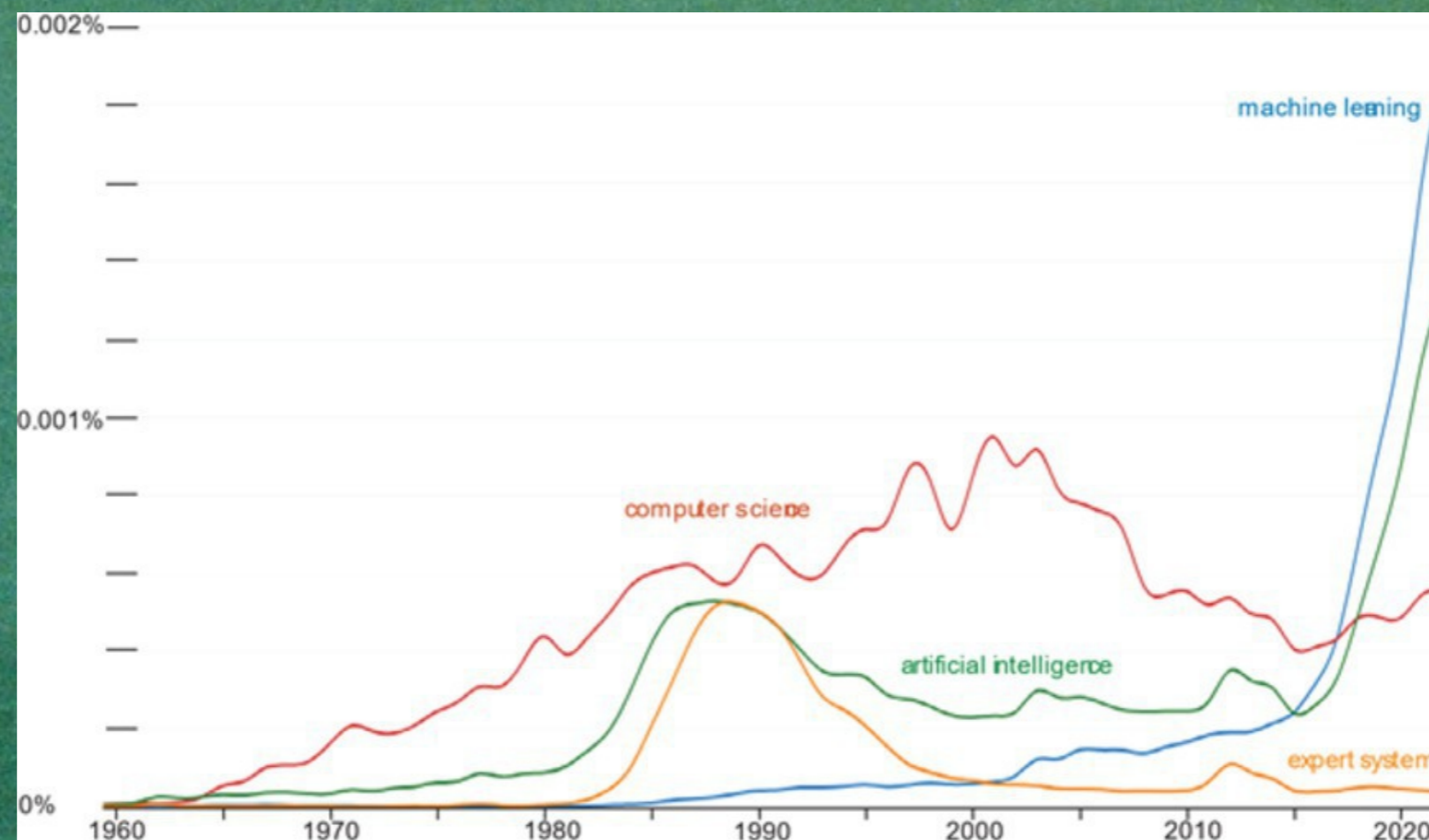
<https://www.youtube.com/watch?v=0zXSrsKIm5A>

- Antes de las computadoras, un abismo aparente separaba a los humanos de las máquinas y los animales. Solo los humanos podían leer, escribir, hablar y escuchar.
- En 1950, antes de que se introdujera el término inteligencia artificial, Alan Turing había propuesto un "juego de imitación".
- En 1964 "Desde 1950 se han publicado más de 1000 artículos sobre si las "máquinas" pueden "pensar". según el libro Minds and Machines



Thomas Haigh, CACM 2025

¿Por qué, después de tantos años desarrollando nuevas marcas como el aprendizaje profundo, la comunidad centrada en las redes neuronales comenzó de repente a autodenominarse inteligencia artificial?





La respuesta a esta pregunta no se encuentra en el mundo académico, sino en la cultura en general.

- Advertir que “los grandes modelos lingüísticos nos matarán a todos” suscitara preguntas incómodas como “¿cómo, exactamente?”.

Thomas Haigh, CACM 2025

future  
of life  
INSTITUTE

## Pause Giant AI Experiments: An Open Letter

We call on all AI labs to immediately pause for at least 6 months the training of AI systems more powerful than GPT-4.

Yoshua Bengio, Stuart  
Russell, Elon Musk, Steve  
Wozniak, Yuval Noah  
Harari, etc

March 2023

# Una amarga lección

- Tenemos que aprender la amarga lección de que construir sistemas basados en cómo pensamos no funciona a largo plazo
- 70 años de investigación en IA dicen que los métodos generales que aprovechan la computación son, en última instancia, los más eficaces, por mucho.
- ejemplos: Computer chess and Go, Speech recognition, computer vision.



Rich Sutton 2019

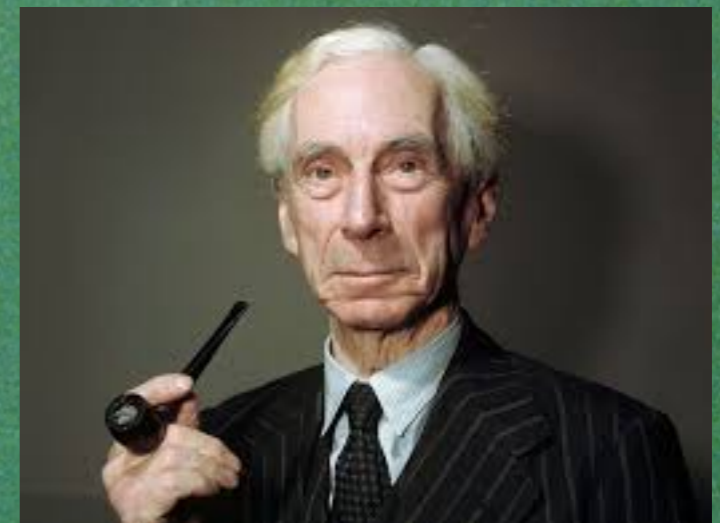
El ser humano es un animal racional; al menos, eso me han dicho. A lo largo de mi vida, he buscado con diligencia pruebas que respalden esta afirmación, pero hasta ahora no he tenido la fortuna de encontrarlas, a pesar de haber buscado en numerosos países de tres continentes.

## **An Outline of Intellectual Rubbish**

**A HILARIOUS CATALOGUE OF ORGANIZED AND  
INDIVIDUAL STUPIDITY**

**By BERTRAND RUSSELL**

**1943**



Lo que ahora englobamos bajo el término "inteligencia artificial" es un conjunto muy variado de aplicaciones de aprendizaje automático habilitadas y respaldadas por un sistema de computación distribuida globalmente omnipresente.



Milton L. Mueller  
Elsevier Telecommunications Policy, 2025

En realidad, se trata de un sistema descentralizado y distribuido globalmente de dispositivos informáticos, redes, datos y software.

Milton L. Mueller

Elsevier Telecommunications Policy, 2025

En realidad, se trata de un sistema descentralizado y distribuido globalmente de dispositivos informáticos, redes, datos y software.

Lo que ahora llamamos "IA" es, por tanto, una funcionalidad general de la computación distribuida.

Milton L. Mueller

Elsevier Telecommunications Policy, 2025

computación distribuida



# Byzantine Machine Learning

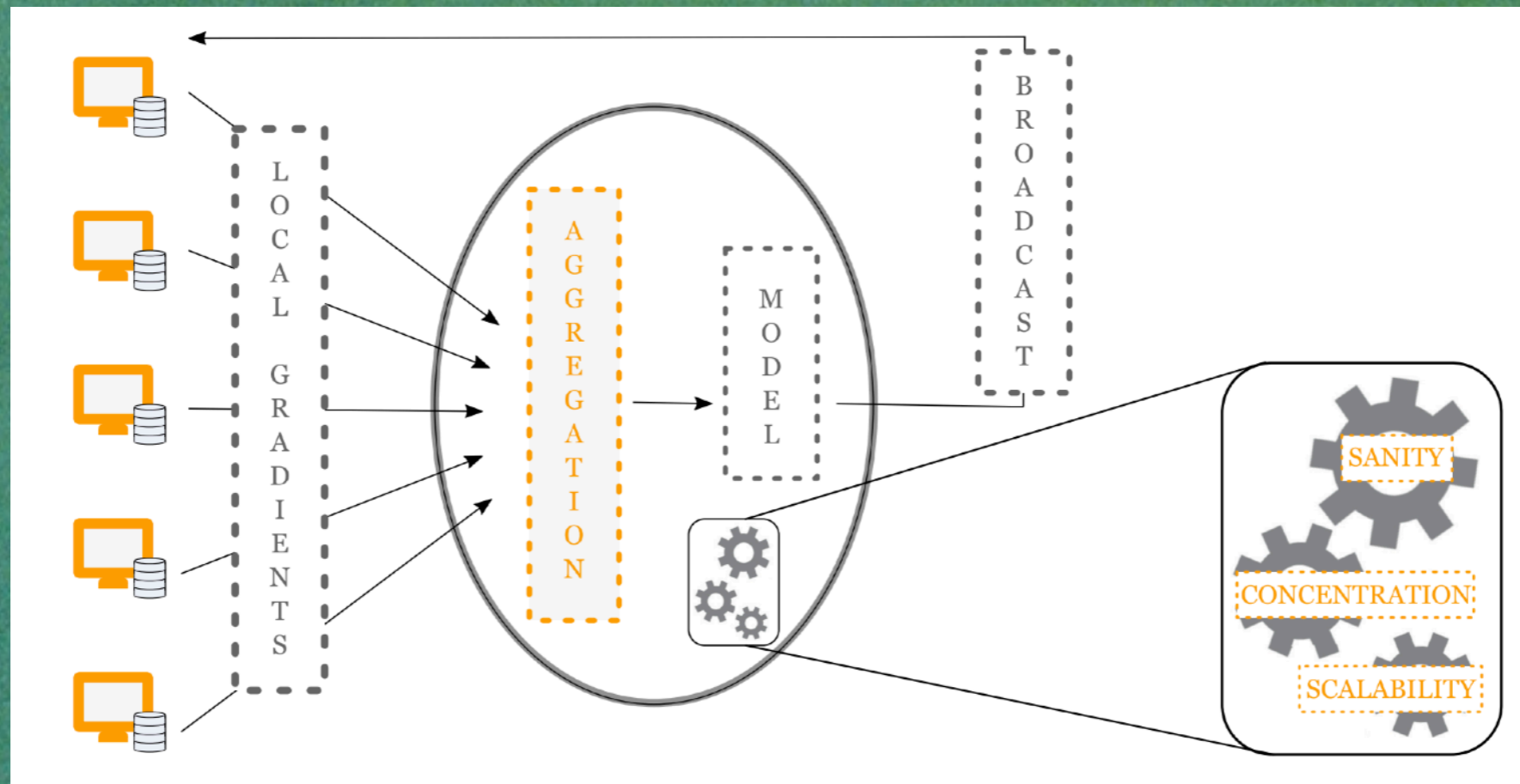
- Diseñar algoritmos distribuidos que puedan entrenar un modelo a pesar de la presencia de nodos con datos corruptos o máquinas que puedan comportarse de forma anómala de manera arbitraria.
- Muchas soluciones, la mayoría de las cuales se basan en el esquema clásico de descenso de gradiente estocástico



Guerraoui, Gupta, Pinot  
ACM Computing Surveys, 2024



# Byzantine Machine Learning



server-based framework with a robust aggregation rule

Guerraoui, Gupta, Pinot  
ACM Computing Surveys, 2024

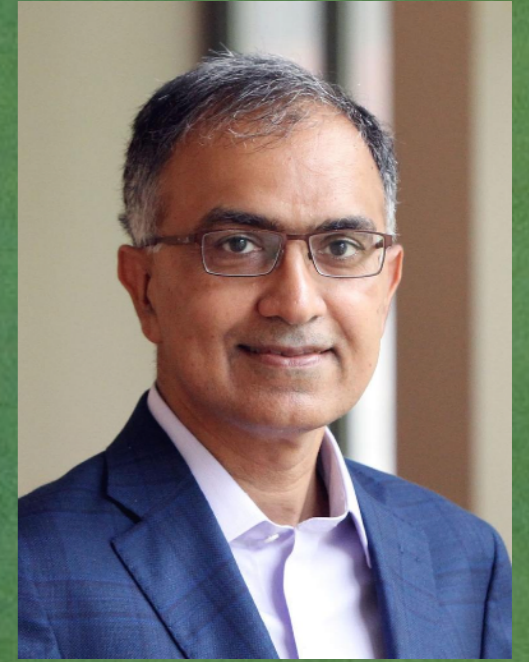
# LLM meeting Berkeley's Simons Institute

- Steven Piantadosi. Meaning in the age of large language models.
- Repasa gran parte de la ciencia cognitiva y la filosofía del lenguaje necesarias para comprender por qué ChatGPT no es simplemente un «loro estocástico».

# Sanjeev Arora, Princeton

Developing mathematical and conceptual understanding to enable better and safer AI.

- book: Computational complexity: a modern approach, 2009
- Probabilistic checking of proofs: A new characterization of NP, 1988
- Proof verification and the hardness of approximation problems, 1988
- Polynomial time approximation schemes for Euclidean traveling salesman and other geometric problems, 1988



A convergence analysis of gradient descent for deep linear neural networks, 2018

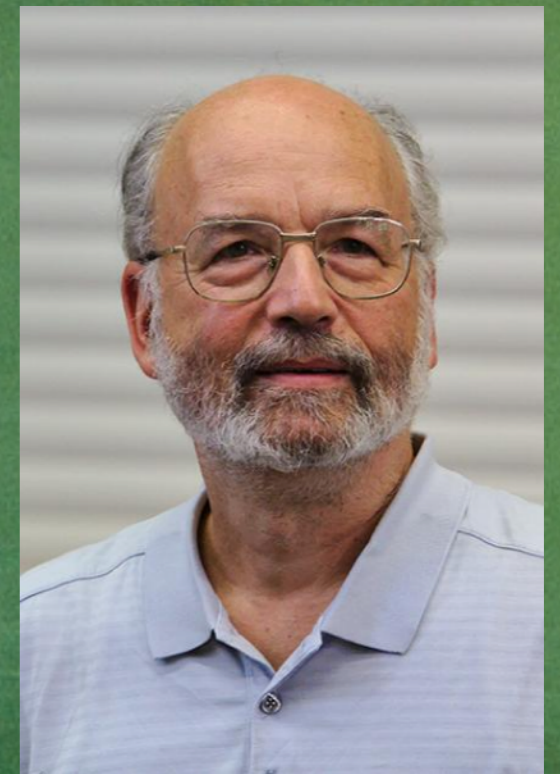
- En el aprendizaje profundo distribuido con paralelismo, la sincronización de los gradientes en cada paso del entrenamiento puede generar una enorme sobrecarga de comunicación, especialmente cuando muchos nodos trabajan juntos para entrenar modelos grandes.
- Los métodos de gradiente local, como el SGD local, abordan este problema permitiendo que los nodos de trabajo calculen los pasos localmente sin sincronizarse con los demás, lo que reduce la frecuencia de la comunicación.

A Quadratic Synchronization Rule for Distributed Deep Learning

Xinran Gu, Kaifeng Lyu, Sanjeev Arora, Jingzhao Zhang, Longbo Huang, 2024

# Polynomial Time Cryptanalytic Extraction of Deep Neural Networks

Nicholas Carlini, Jorge Chávez-Saab, Anna  
Hambitzer, Francisco Rodríguez-Henríquez, Adi Shamir  
Eurocrypt 2025



- Argumentamos que el problema de extracción de modelos en aprendizaje automático es, en realidad, un problema criptoanalítico disfrazado,
- Evaluamos nuestro ataque en múltiples modelos de redes neuronales y extraemos modelos muy precisos.
- Por ejem, obtenemos una red neuronal de 100,000 parámetros en menos de una hora



**Cryptanalytic Extraction of Neural Network Models**  
Nicolas Carlini, et al, Crypto2020

... y lógica



# Explaining Image Classifiers

Chockler, Halpern, KR 2024

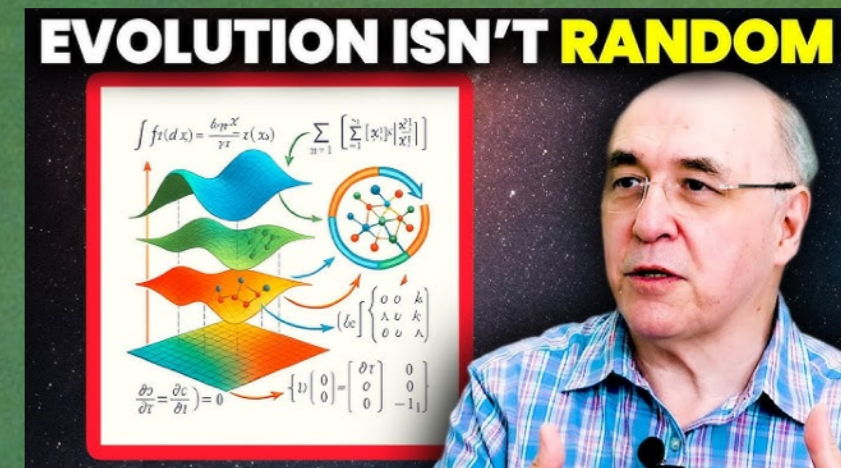
- ¿Por qué la red neuronal clasificó la entrada de esa manera?
- El clasificador como modelo causal de caja negra.
- basados en Halpern and Pearl (2005a) y
- definiciones de causas y explicaciones de Halpern (2016).



# cellular-automaton-like systems as foundations for machine learning

- to explain evolution, physics and beyond
- The application of simple rules can create very complex behavior
- hypergraph rewriting can serve as a yet more powerful and flexible substrate for machine learning

– Stephen Wolfram 2023–2025

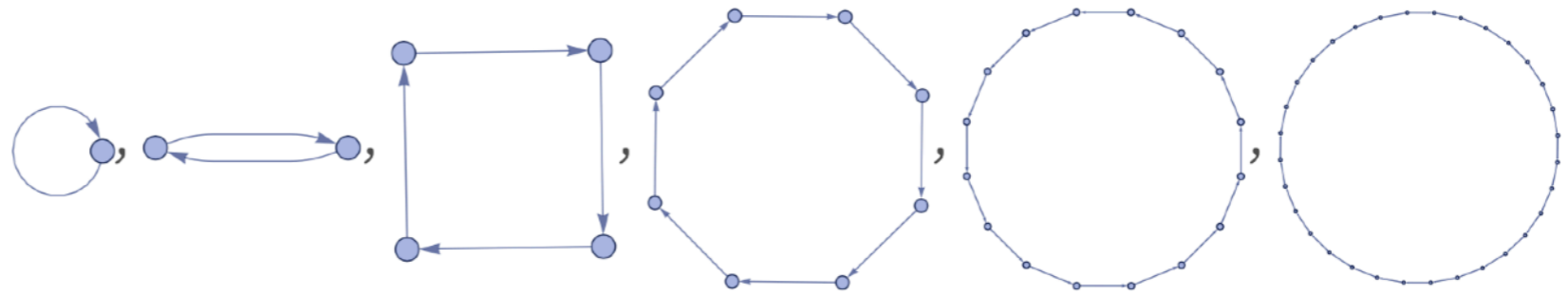


<https://writings.stephenwolfram.com/2024/08/whats-really-going-on-in-machine-learning-some-minimal-models/>

## Hypergraph rewriting for machine learning

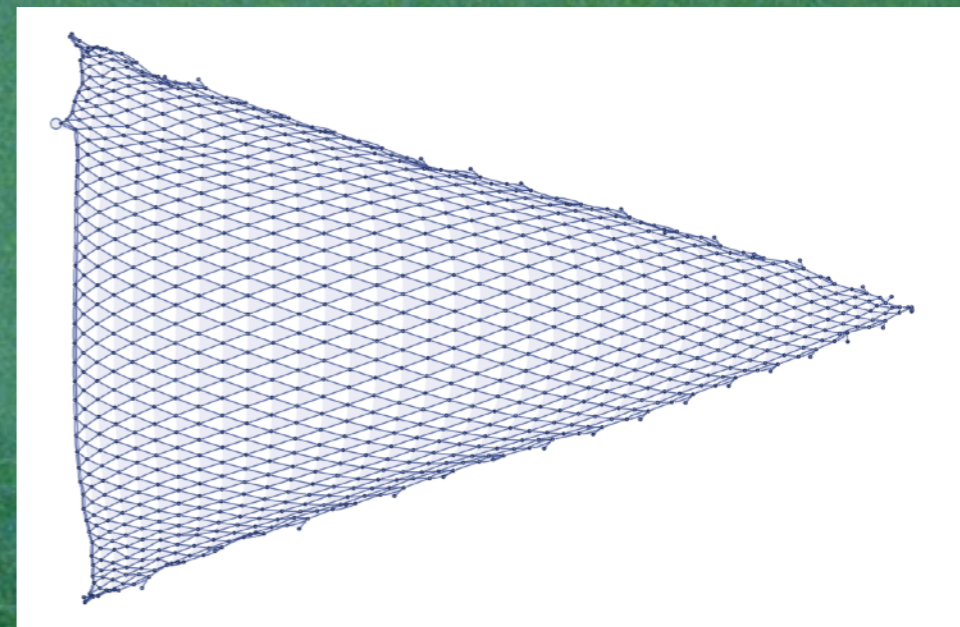
a loop with progressively more links:

$$\{\{x, y\}\} \rightarrow \{\{y, z\}, \{z, x\}\}$$



- to explain evolution, physics and beyond
- hypergraph rewriting can serve as a yet more powerful and flexible substrate for machine learning

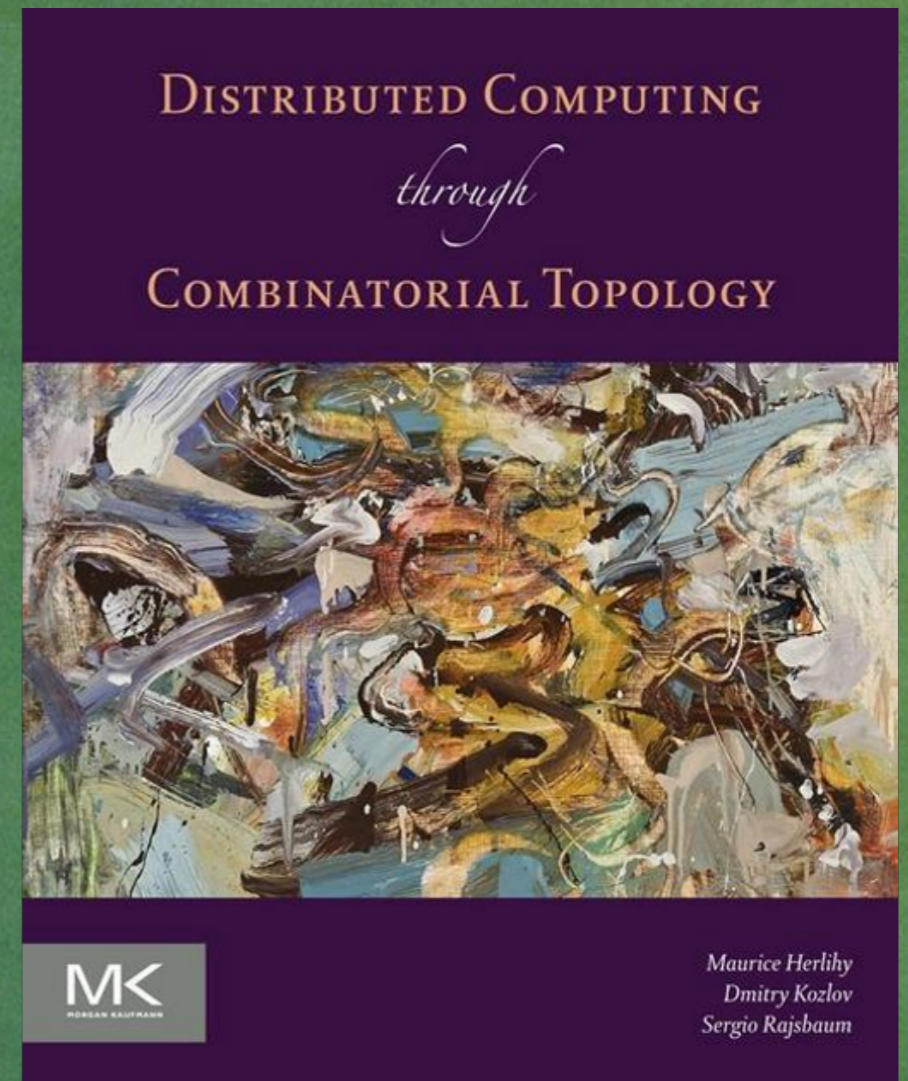
– Stephen Wolfram 2023–2025



# Distributed computing

Is the crucial idea computation AND communication?

- Novel issues arise, that did not appear in Turing computability
- Deep connection with topology
- Even the meaning itself of a “computation problem” becomes much more interesting

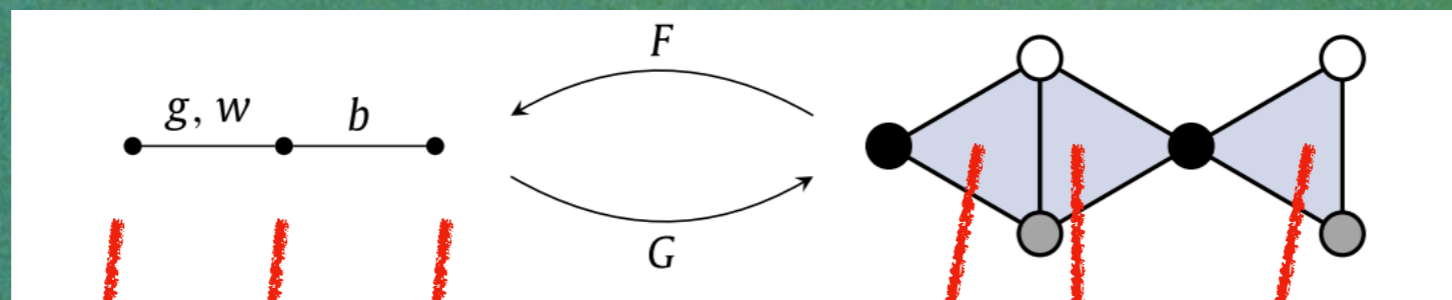


# De mundos a perspectivas

- La lógica epistémica modal se ha estudiado ampliamente para razonar sobre sistemas multiagente..
- usando modelos de Kripke
- Un grafo cuyas aristas están etiquetadas con agentes que no distinguen entre dos estados
- Un modelo de Kripke se obtiene etiquetando los estados del grafo con proposiciones atómicas.

# De mundos a perspectivas

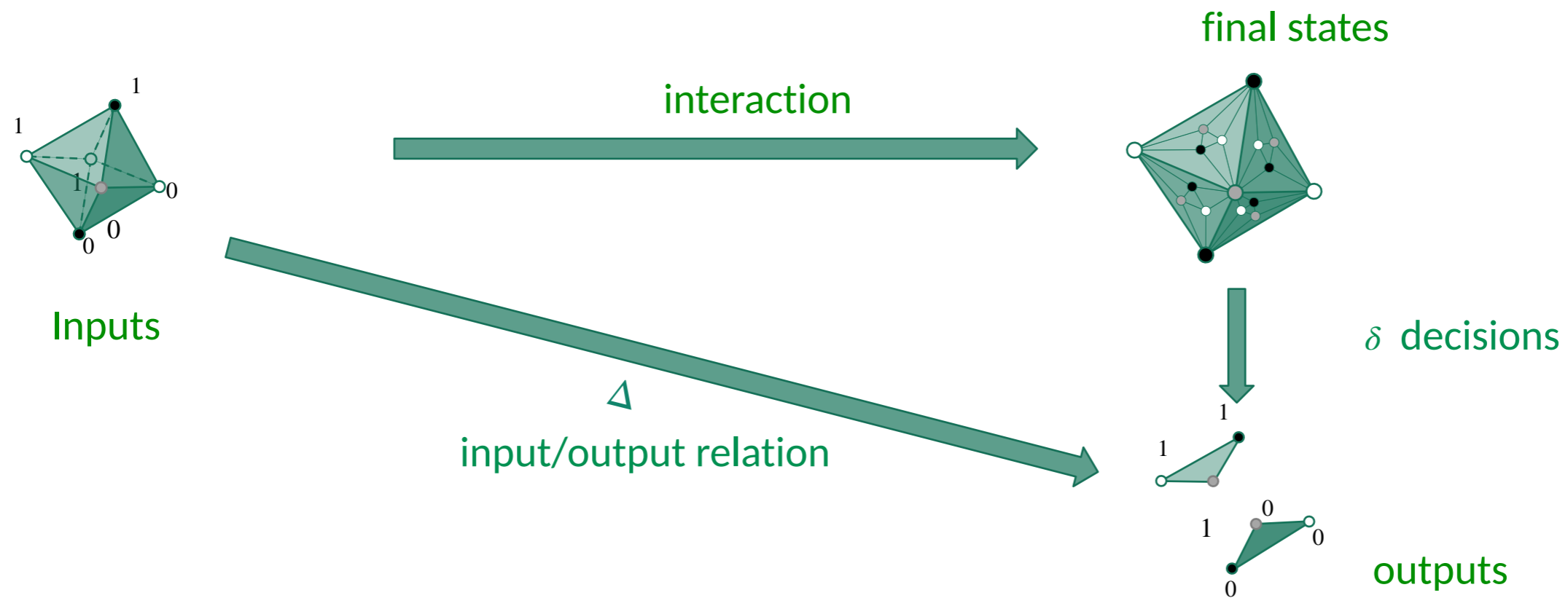
- Exponer la información topológica implícita en un modelo de Kripke, reemplazándolo por su dual, un modelo de complejo simplicial



mundos

mundos

# Propiedades topológicas se preservan con la comunicación






# From worlds to perspectives- higher dimensional relations

Information and Computation 278 (2021) 104597

Contents lists available at ScienceDirect

**Information and Computation**

[www.elsevier.com/locate/yinco](http://www.elsevier.com/locate/yinco)



**A simplicial complex model for dynamic epistemic logic to study distributed task computability**

Éric Goubault<sup>a,\*</sup>, Jérémy Ledent<sup>b</sup>, Sergio Rajsbaum<sup>c</sup>

<sup>a</sup> LIX, CNRS, École Polytechnique, Institute Polytechnique de Paris, 1 rue Honoré d'Estienne d'Orves, 91120 Palaiseau, France

<sup>b</sup> Department of Computer and Information Sciences, University of Strathclyde, 26 Richmond Street, Glasgow G1 1XH, United Kingdom

<sup>c</sup> Instituto de Matemáticas, UNAM, Ciudad Universitaria Mexico 04510, Mexico

- Y una serie de artículos que estudian:
- agents que pueden morir, hipergraficas, categorías, etc.

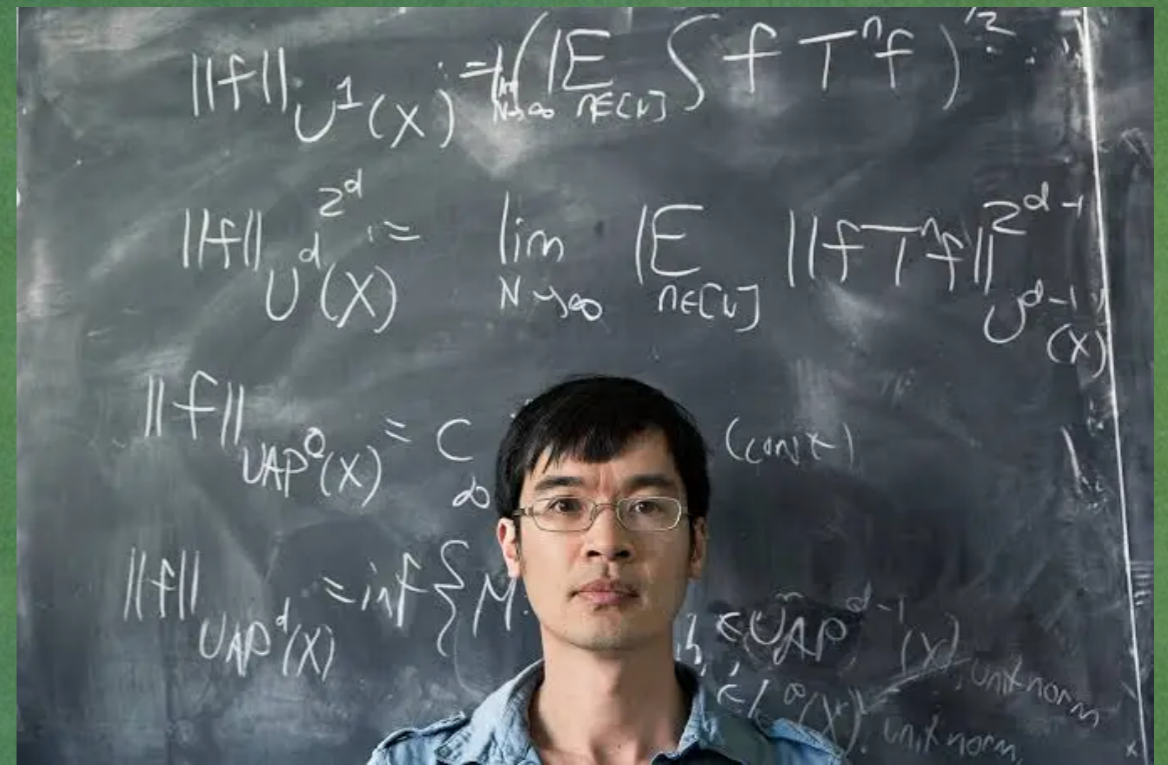
# Conclusiones





# Estamos entrando en un territorio nuevo para las matemáticas- Terrence Tao

- un tipo de matemáticas a escala industrial, impulsadas por la inteligencia artificial, que nunca antes había sido posible



Terrence Tao

un escenario en el que la IA, no es tanto una colaboradora creativa por derecho propio, sino más bien un facilitador para las hipótesis y los enfoques de los matemáticos



- Reconociendo que las personas y las máquinas tienen fortalezas muy diferentes que deben considerarse complementarias en lugar de competitivas.

# Scott Aaronson, September 27th, 2025, Blog

GPT-5 model helps crack one of quantum computing's most stubborn open problems

Interesting Eng magazine Sept29, 2025

# Scott Aaronson, September 27th, 2025, Blog

GPT-5 model helps crack one of quantum computing's most stubborn open problems

Interesting Eng magazine Sept29, 2025

- GPT5 sugiere una función que "debería haber" sido obvia para nosotros.
- Nos habría resultado obvio si hubiéramos sabido más, o si hubiéramos dedicado más tiempo a estudiar la bibliografía o a consultar a los expertos.
- Esto acelera el proceso de descubrimiento en sí, a diferencia del proceso de escribir en LaTeX, preparar la bibliografía o cualquier otra cosa.
- Esta publicación ofrece un pequeño ejemplo de lo que, estoy seguro, pronto serán miles..

# Will the humanities survive AI?

Graham Burnett,  
New Yorker, 2025



Quizás no sean como los hemos conocido. Pero, entre las ruinas del antiguo plan de estudios, algo vital está gestándose.

# ¿ el fin de las humanidades?

- ¿En cierto sentido, absolutamente. Ya no se puede obligar a los estudiantes a leer ni a escribir.
- Tendrá poco sentido que los historiadores sigan produciendo monografías al estilo tradicional. Estos podrán generarlas, con solo pulsar un botón.
- El verdadero proyecto siempre fuimos nosotros: el trabajo de comprender, y no la acumulación de hechos.
- Durante los últimos setenta años, aproximadamente, las humanidades universitarias han perdido en gran medida de vista esta verdad fundamental.
- Hemos generado un conocimiento abundante sobre textos y artefactos, pero al hacerlo hemos abandonado en gran medida las preguntas más profundas.

Graham Burnett  
Princeton

Ese tipo de producción de conocimiento se ha automatizado.

Acudiremos a ellos en busca de las "respuestas".



Graham Burnett  
Princeton

Pero ser humano no consiste en tener respuestas, sino en tener preguntas, y vivir con ellas.

Las máquinas no pueden hacer eso por nosotros.

Las cosas nunca han pintado mejor.



Graham Burnett  
Princeton



El hombre es por naturaleza un animal social;



La sociedad es algo que precede al individuo.

Cualquiera que no participe de la sociedad, es o bien una bestia o un dios.

Aristóteles

**Gracias por su atención**