

El Camino hacia la Inteligencia Artificial General

Dr. Wladimir Rodríguez

wladimir@ula.ve

Departamento de Computación
Escuela de Ingeniería de Sistemas
Universidad de Los Andes

Agenda

- * ¿Qué es la Inteligencia Artificial?
- * Historia de la Inteligencia Artificial
- * Estado actual de la IA
- * Inteligencia Artificial General
- * Línea del tiempo de la IAG
- * Principios de diseño de IAG
- * Beneficios de la IAG
- * Riesgos de IAG
- * Impacto social de la IAG

¿Qué es Inteligencia Artificial?

- * La inteligencia artificial es una rama de la informática que se centra en la creación de máquinas inteligentes que sean capaces de realizar tareas que normalmente requerirían inteligencia humana.
- * Los sistemas de inteligencia artificial son capaces de aprender de la experiencia, adaptarse a nuevas entradas y realizar tareas complejas que normalmente requerirían la intervención humana.

Historia de la Inteligencia Artificial

- * Prehistoria
- * Creación del término Inteligencia Artificial
- * Primer invierno de la IA
- * Los Sistemas basados en el Conocimiento
- * Segundo invierno de la IA
- * Resurgimiento de la IA
- * Aprendizaje Profundo

Prehistoria

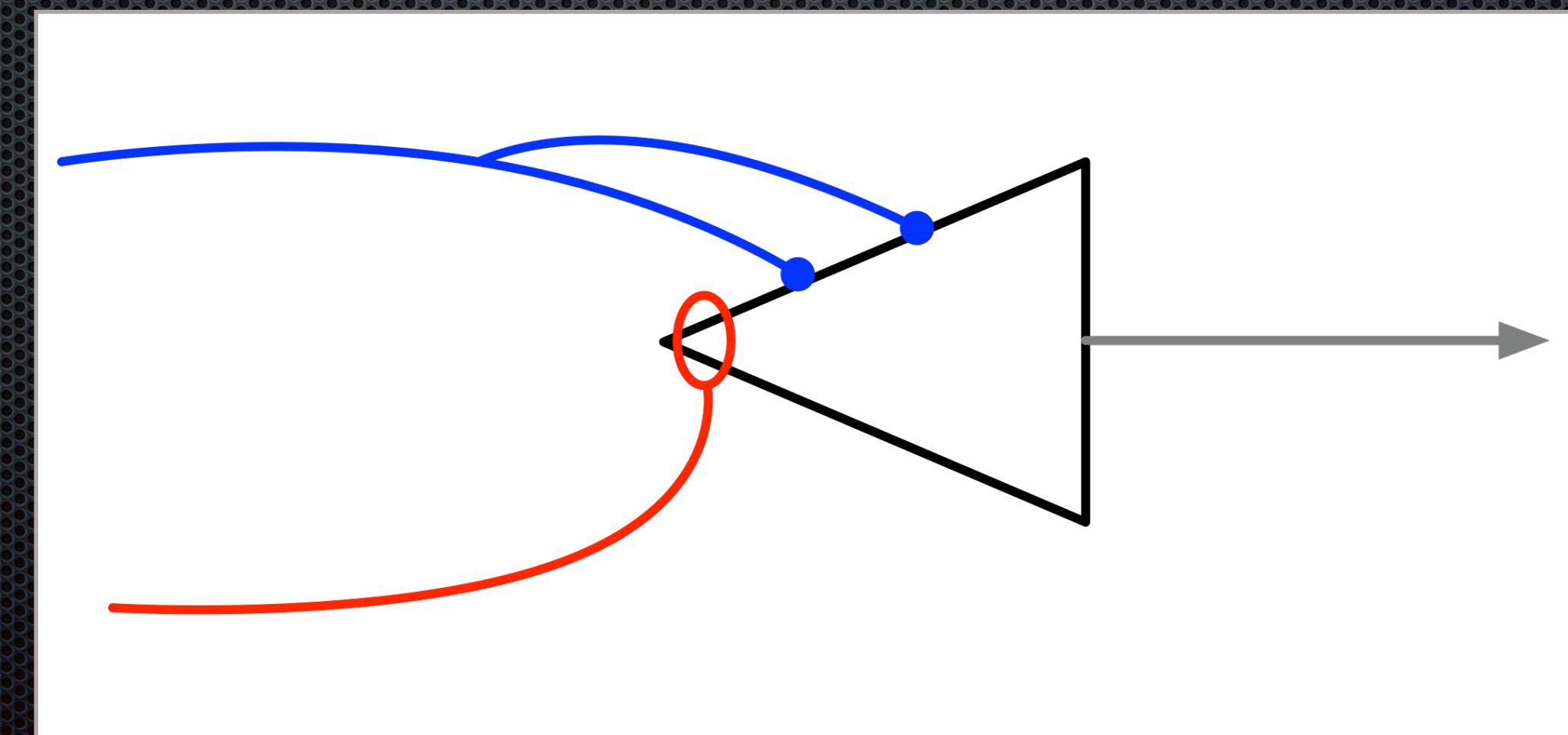
- * Socrates y Platón (400 a.C.)
 - * Asociacionismo: Los seres humanos aprenden a través de la asociación.
- * Ramón Llull (1232-1315), planteó el desarrollo de una máquina llamada Ars Magna, capaz de realizar demostraciones lógicas para validar o refutar teorías
 - * El Ars Magna se diseñó como un autómata mecánico que, teóricamente, demostraría la validez de los dogmas de la fe cristiana e, incluso, de la existencia de Dios
- * Leonardo Torres Quevedo (1852-1936) concepto moderno de "autómata"
 - * En 1914 publicó un ensayo titulado 'Essays on Automatics'. Ahí plasmó su idea de un autómata universal que podría ser programado para realizar tareas humanas complejas y tomar decisiones basadas en datos condicionales.

Prehistoria

- * Alexander Bain, filósofo, psicólogo, matemático, lógico, lingüista, profesor
 - * La información está en las conexiones – Mind and Body (1873)
 - * Su postulado era que el cerebro almacena toda su información relativa a asociaciones entre percepciones, o más generalmente entre estímulos y respuestas, a través de la estructura de las conexiones entre neuronas. Este fue, de hecho, el primer modelo conexionista.

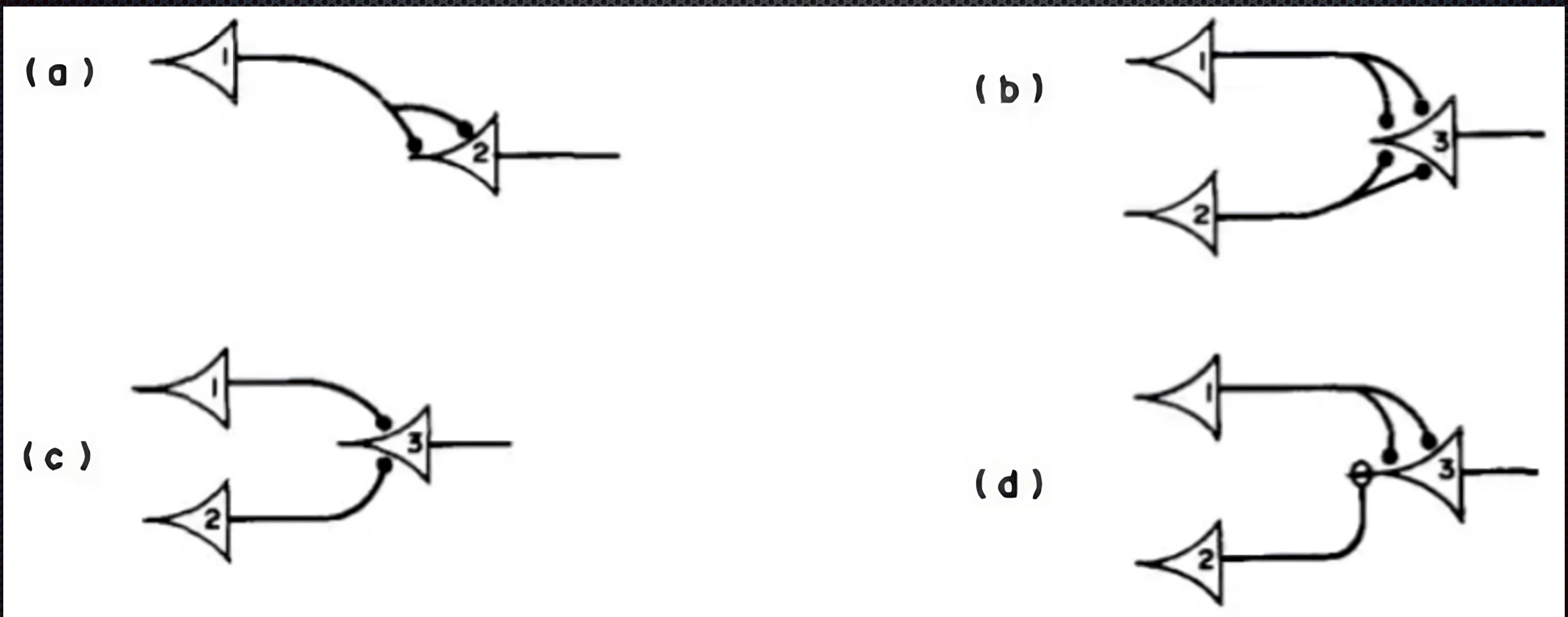
Prehistoria

- * 1943: Neurona formal (McCulloch y Pitts)
 - * **Sinapsis excitatoria:** Transmite información ponderada a la neurona.
 - * **Sinapsis inhibitoria:** Cualquier señal de una sinapsis inhibitoria evita que la neurona se dispare. La actividad de cualquier sinapsis inhibitoria evita absolutamente la excitación de la neurona en ese momento.



Prehistoria

- * Operaciones lógicas;
- * (a) Predecesor temporal, (b) O lógico, (c) Y lógico, (d) Conjunción y negación



Prehistoria

- * 1950: "Programación de una computadora para jugar al ajedrez", el primer artículo sobre la creación de un programa de computadora para jugar al ajedrez fue publicado por Claude Shannon, conocido como el "padre de la teoría de la información".
- * 1950: Artículo de Alan Turing "Computer Machinery and Intelligence", donde planteó lo que conocemos como test de Turing, es decir, un test que era capaz de evaluar si una máquina era capaz de pensar.
- * 1952: Arthur Samuel creó un programa para jugar a las damas. Este fue el primer programa de juego que tenía la capacidad de competir contra jugadores humanos en el juego de damas. Introdujo el término de Aprendizaje Automático
- * 1955: Allen Newell (investigador), Herbert Simon (economista) y Cliff Shaw (programador) escribieron este año el primer programa informático de IA: Logic Theorist, que finalmente demostró 38 de los primeros 52 teoremas en Principia Mathematica de Whitehead y Russell.

Nacimiento del Campo de la Inteligencia Artificial

- * Proyecto de investigación de verano de Dartmouth sobre inteligencia artificial, 1956

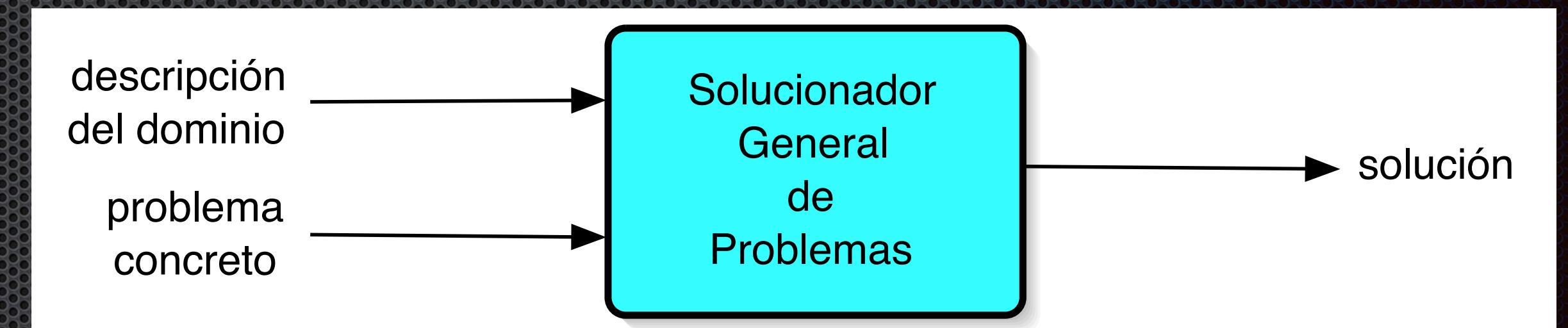
"Proponemos que durante el verano de 1956 tenga lugar en el Dartmouth College en Hanover, New Hampshire un estudio que dure 2 meses, para 10 personas. El estudio es para proceder sobre la base de la conjetura de que cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede, en principio, ser descrito con tanta precisión que puede fabricarse una máquina para simularlo. Se intentará averiguar cómo fabricar máquinas que utilicen el lenguaje, formen abstracciones y conceptos, resuelvan las clases de problemas ahora reservados para los seres humanos, y mejoren por sí mismas. Creemos que puede llevarse a cabo un avance significativo en uno o más de estos problemas si un grupo de científicos cuidadosamente seleccionados trabajan en ello conjuntamente durante un verano."

Conferencia de Dartmouth

- * *Organizador:* John McCarthy
- * *Participantes:* Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Claude Shannon, Julian Bigelow, D.M. Mackay, Ray Solomonoff, John Holland, Oliver Selfridge, Allen Newell, Herbert Simon.
- * *Premisa básica:* la inteligencia se puede describir en reglas formales.
- * *Problemas para trabajar:* lenguaje, abstracción, aprendizaje.
- * *Grandes expectativas:* un verano.

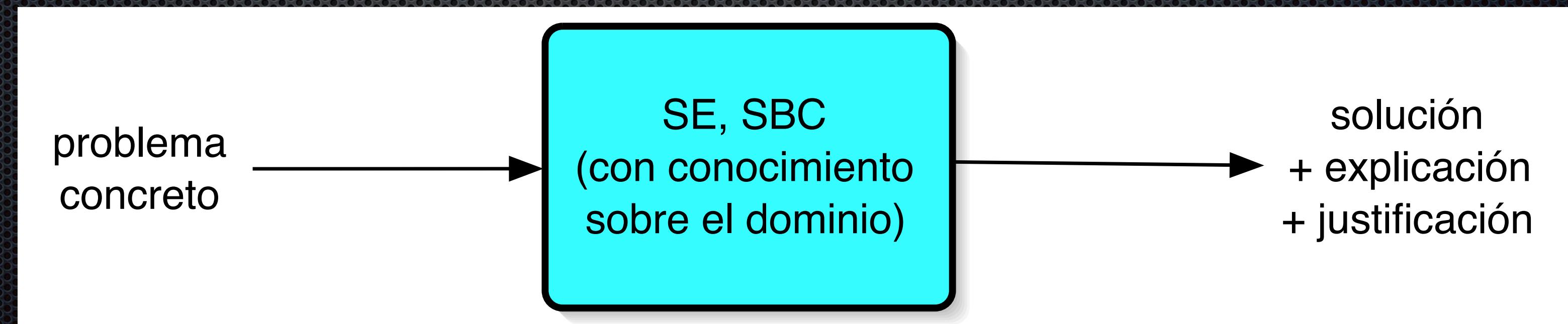
Años Dorados y 1er. Invierno

- * *Éxitos tempranos*
 - * *las computadoras estaban ganando en las damas*
 - * *resolver problemas de álgebra*
 - * *demostrando teoremas lógicos*
- * *Grandes promesas*
 - * ... dentro de diez años una computadora digital será el campeón mundial de ajedrez.
Herbert Simon y Allen Newell, 1958
 - * *En tres u ocho años tendremos una máquina con la inteligencia general de un ser humano promedio.. Marvin Minsky, 1970*
- * *Finales de la década de 1970: 1er. Invierno de la IA, se detuvieron los fondos*



Sistemas Basados en Conocimiento y 2do. Invierno

- * 1969-79: desarrollo temprano de sistemas basados en el conocimiento
- * 1980-88: auge de la industria de los sistemas expertos
- * 1988-93: fracaso de la industria de sistemas expertos: “2do. Invierno de la Inteligencia Artificial”

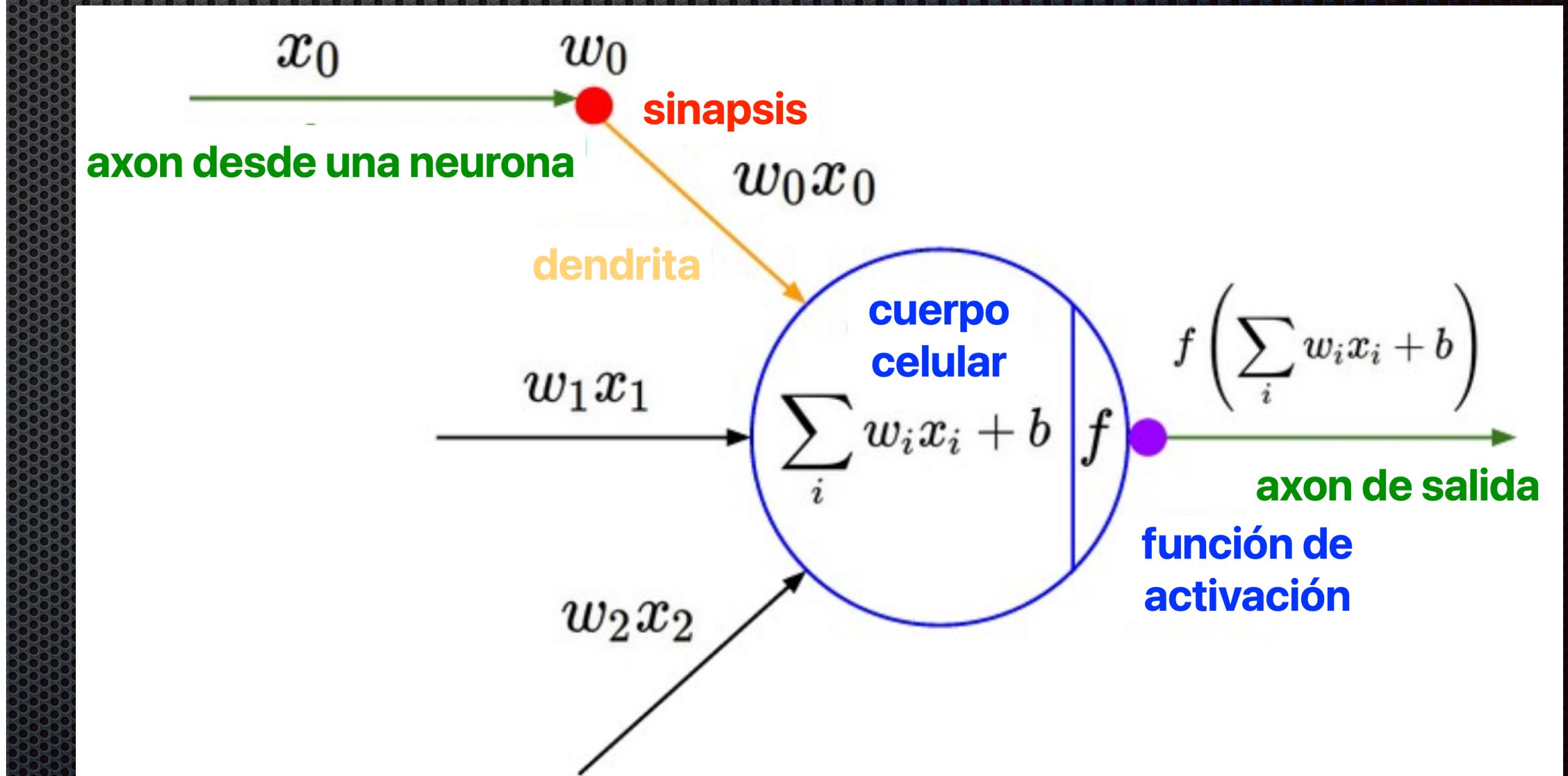
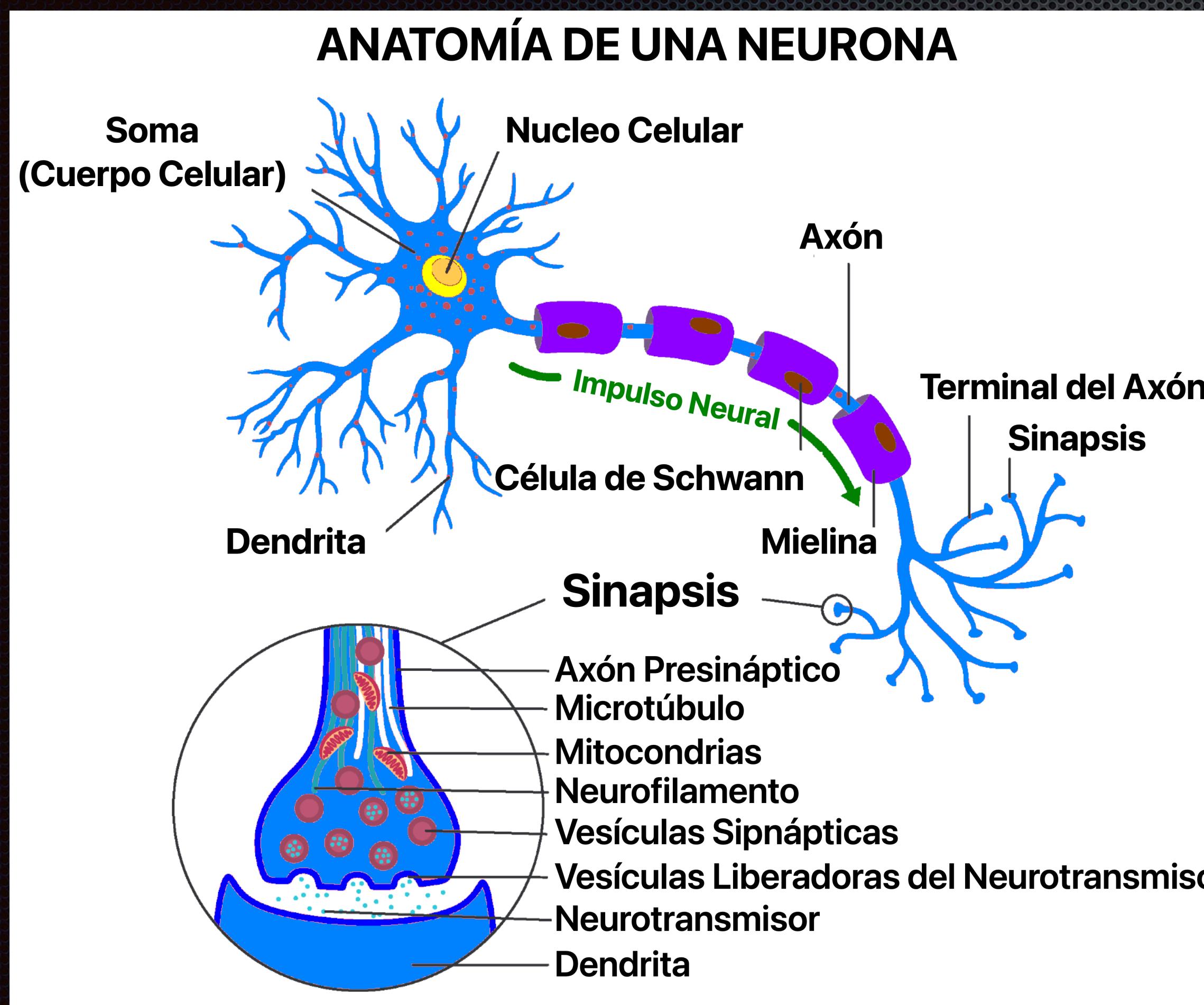


Renacimiento

- * 1995: el científico informático Richard Wallace desarrolló el chatbot A.L.I.C.E (Artificial Linguistic Internet Computer Entity)
- * 1997: los científicos informáticos Sepp Hochreiter y Jürgen Schmidhuber desarrollaron la memoria de corto plazo (LSTM), un tipo de arquitectura de red neuronal recurrente (RNN) utilizada para la escritura a mano y el reconocimiento de voz.
- * 1997: Deep Blue, una computadora de ajedrez desarrollada por IBM se convirtió en el primer sistema en ganarle a un campeón mundial
- * 1999: Sony presentó AIBO (Artificial Intelligence RoBOt)

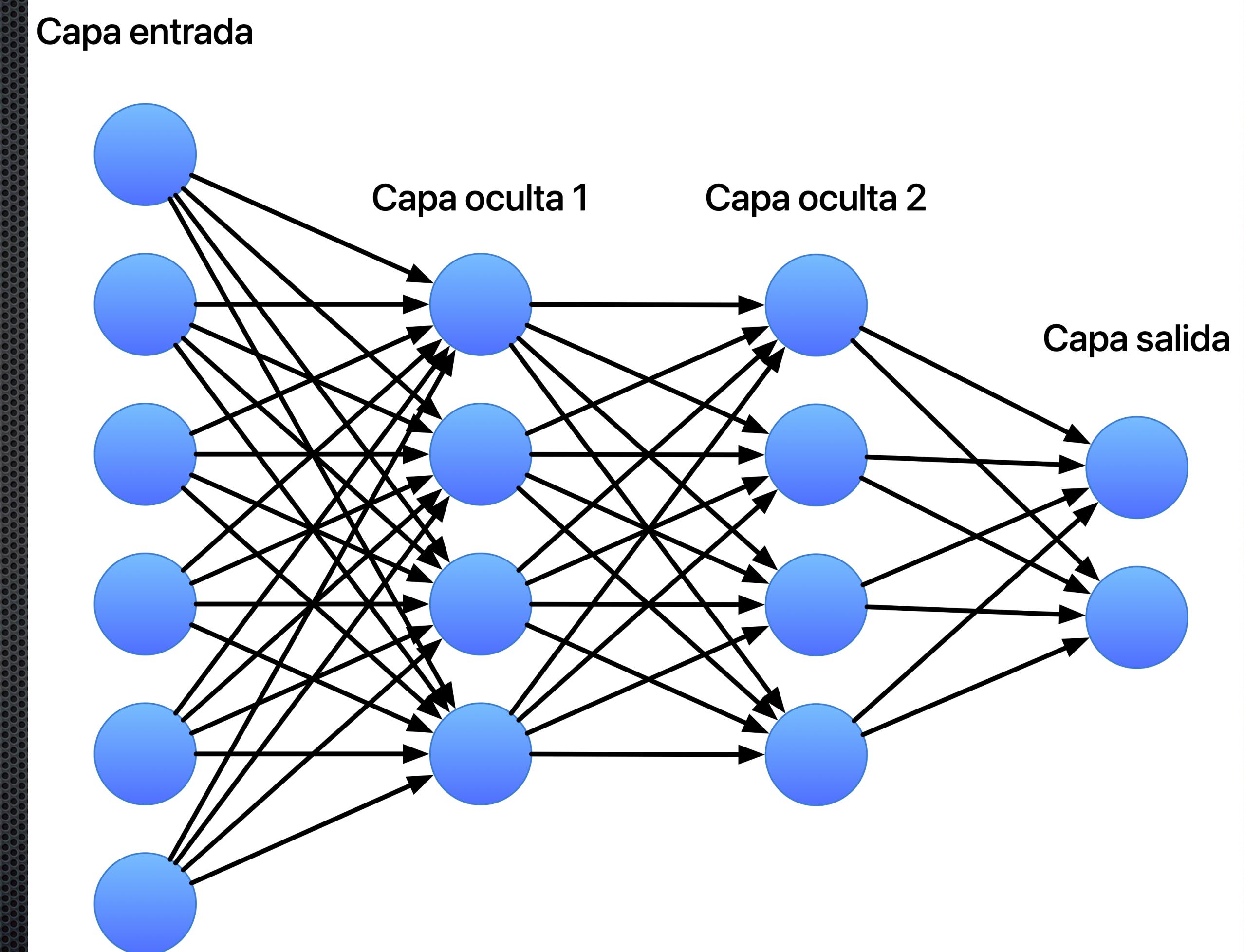
Era del Aprendizaje Profundo

- * Perceptrón (Rosenblatt 1957)



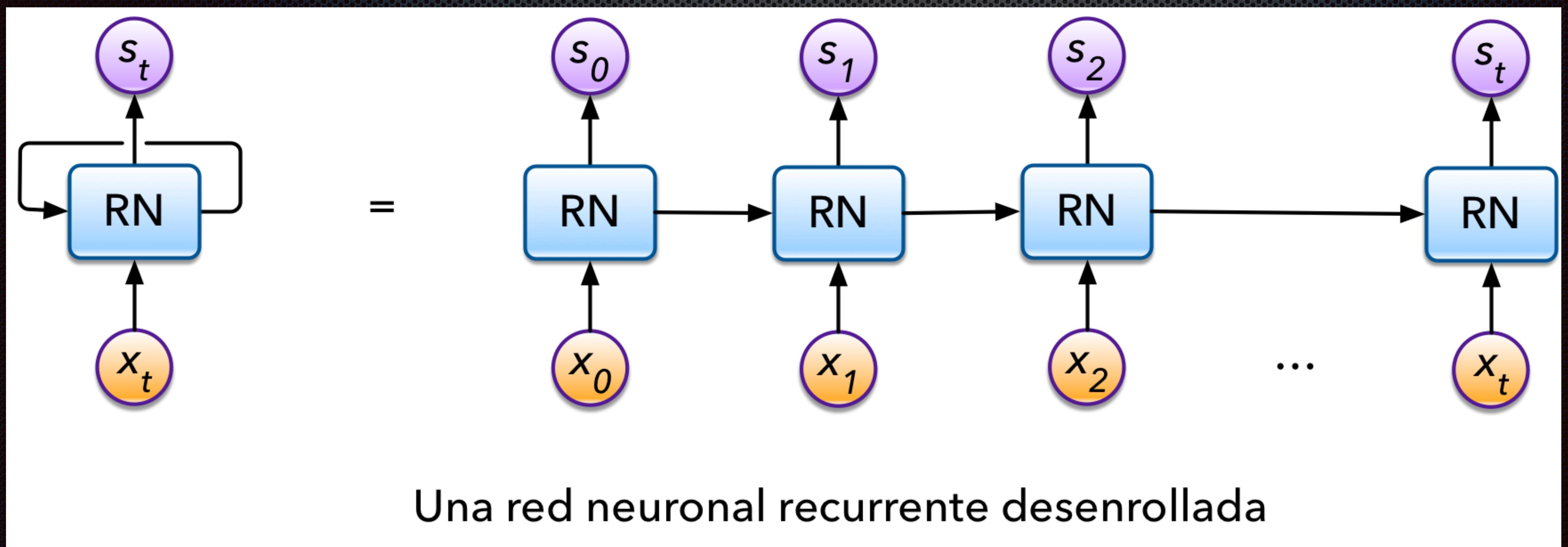
Perceptrón Multicapa

- * En 1986, Geoffrey Hinton de la Universidad de Toronto, junto con sus colegas David Rumelhart y Ronald Williams, publicaron el ahora famoso algoritmo de entrenamiento de propagación hacia atrás.



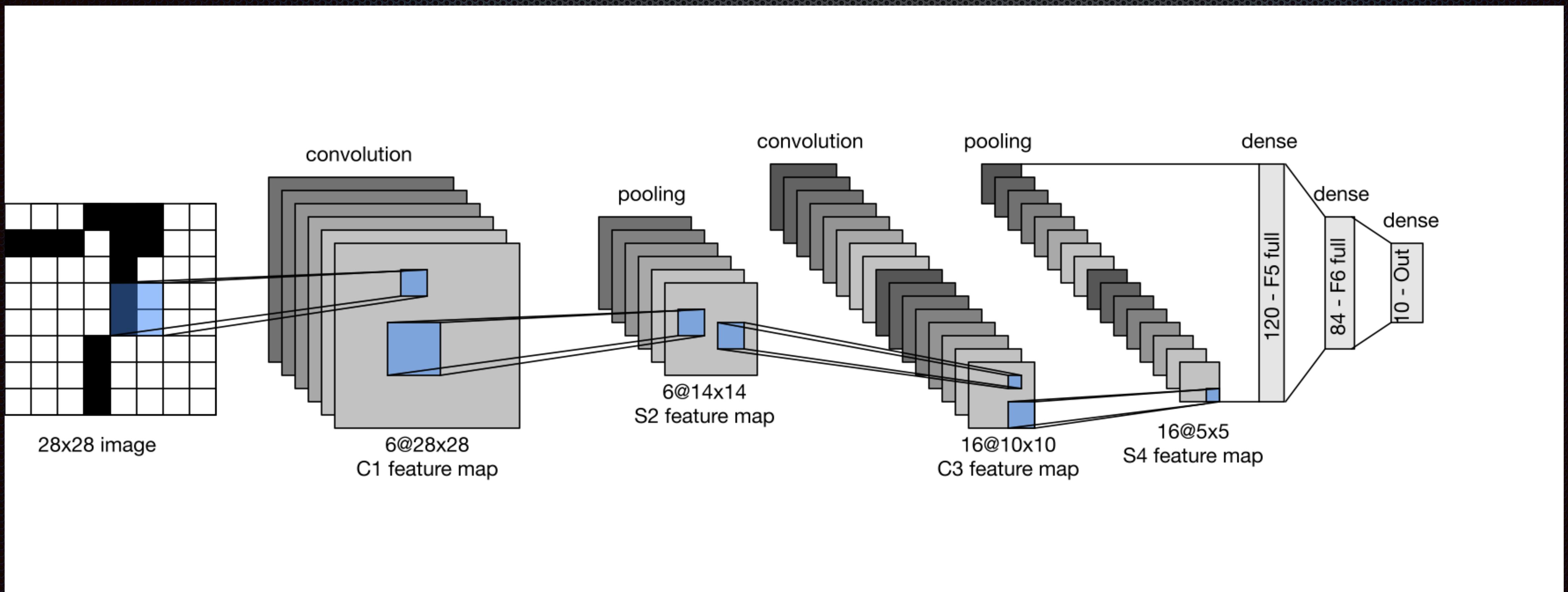
Redes Neuronales Recurrentes

- * Desarrolladas en la decada de 1980



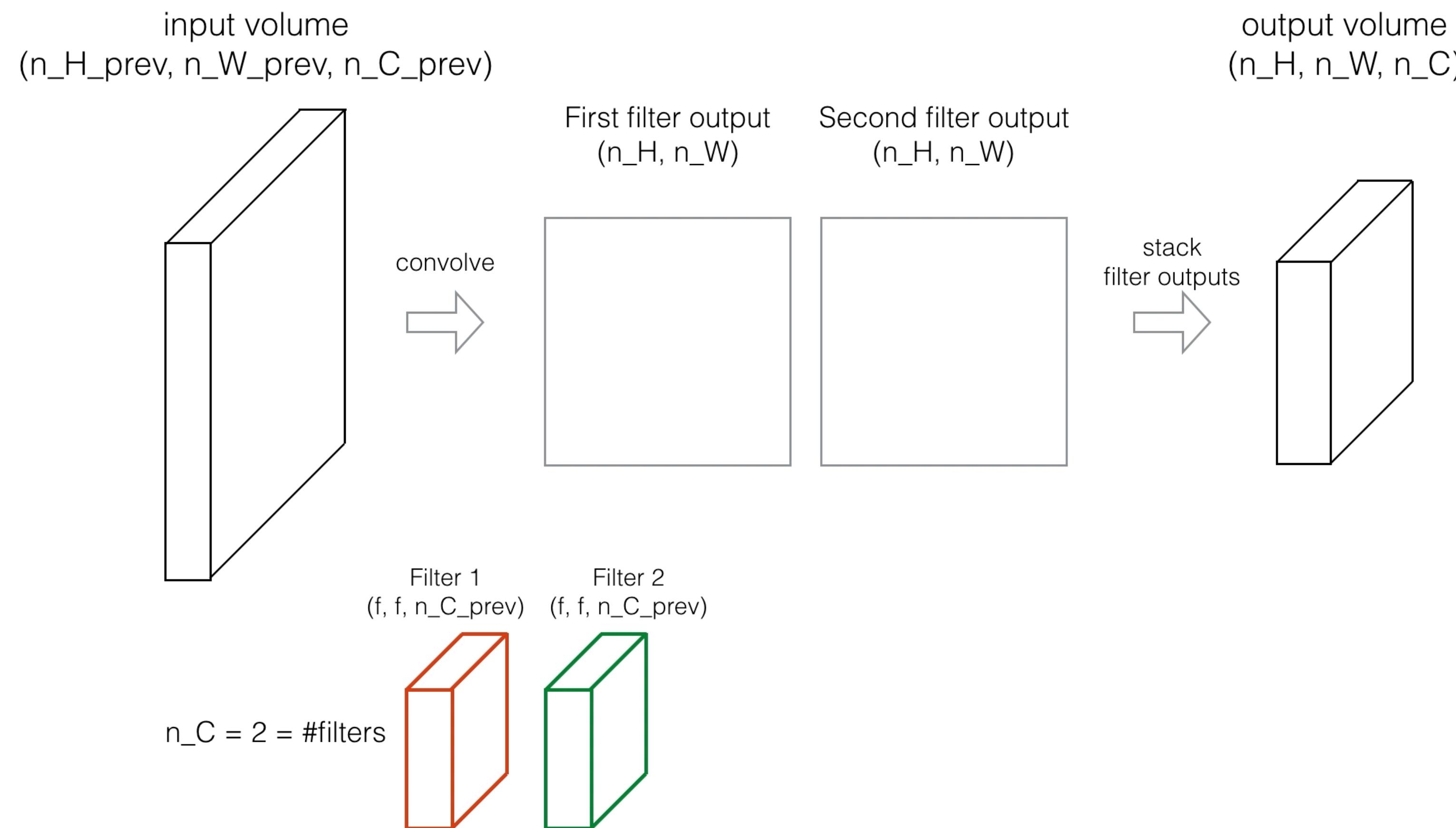
Redes Neuronales Convolucionales

- * Desarrolladas en la decada de 1980 por Yann LeCun



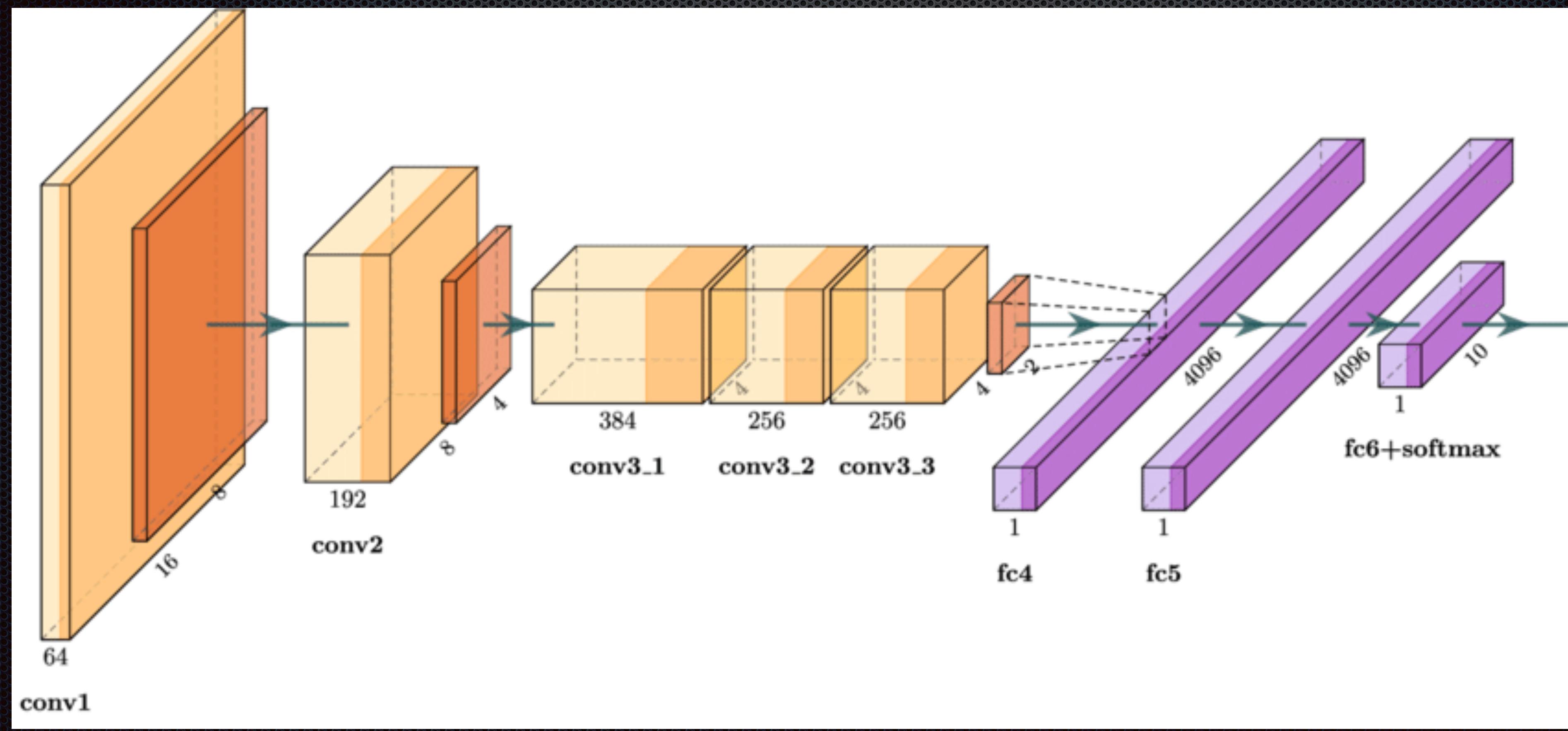
Redes Neuronales Convolucionales

How do convolutions work?



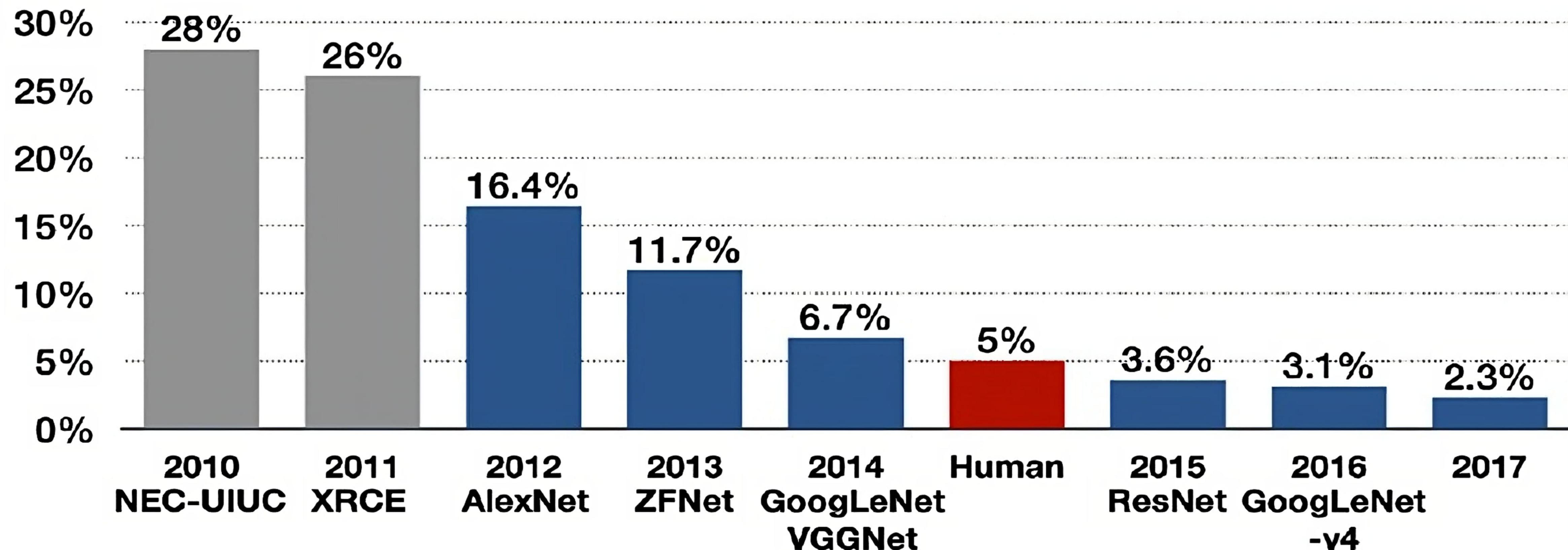
AlexNet 2012

- * AlexNet ganó el desafío de reconocimiento visual a gran escala Imagenet en 2012



Ganadores de Imagenet

Top-5 error



Últimos Avances

- * 2014: DeepFace: Facebook desarrolló un algoritmo de software DeepFace, que puede reconocer y verificar personas en fotos con una precisión humana.
- * 2016: AlphaGo: creado por investigadores de Google DeepMind para jugar el antiguo juego chino de Go, ganó cuatro de cinco partidos contra Lee Sedol, quien ha sido el mejor jugador de Go del mundo durante más de una década.
- * 2017: AlphaZero es un programa informático desarrollado por la empresa de investigación de inteligencia artificial DeepMind para dominar los juegos de ajedrez, shogi y go.
- * 2020: GPT-3. OpenAI GPT-3 se presentó por primera vez en mayo de 2020 y las pruebas beta comenzaron en junio de 2020. OpenAI GPT-3 es un modelo de lenguaje que genera texto mediante la adopción de algoritmos preentrenados.
- * 2021: AlphaFold es un programa de inteligencia artificial (IA) desarrollado por DeepMind de Alphabet/Google que realiza predicciones de la estructura de las proteínas. El programa está diseñado como un sistema de aprendizaje profundo.

Estado del Arte 2023

- * Modelos de Lenguaje
 - * ChatGPT
- * Generación de Imágenes
 - * Stable Diffusion
- * Reconocimiento de Voz
 - * Whisper
- * Aprendizaje por Refuerzo
 - * AlphaFold
- * Generación de Música
 - * MuseNet

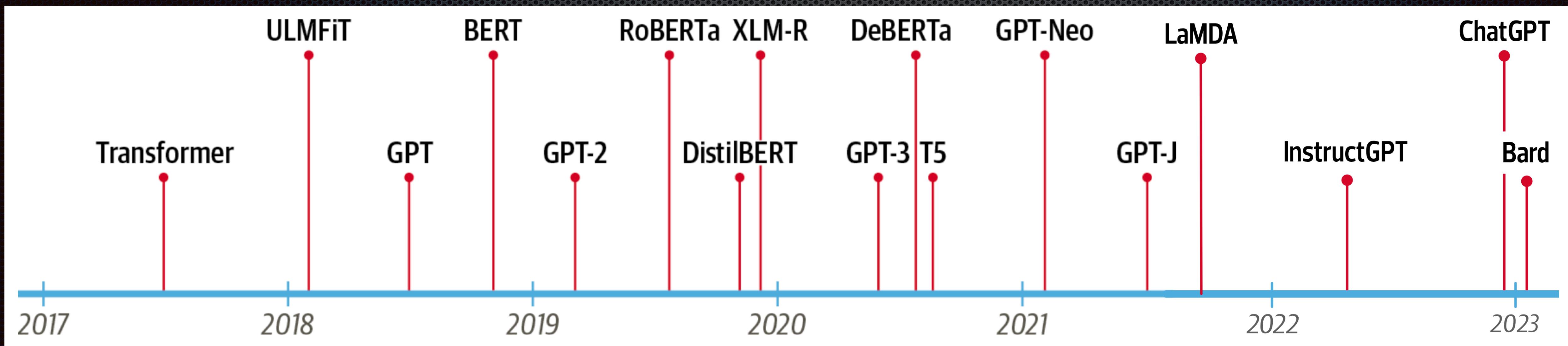
Grandes Modelos de Lenguajes

- * Los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM) son redes neuronales que han sido entrenadas con una gran cantidad de datos para aprender y reproducir la estructura del lenguaje. Estos modelos pueden utilizarse para diversas tareas, como el procesamiento del lenguaje natural, la traducción automática y la generación automática de textos. En los últimos años, los LLM han experimentado un resurgimiento de su popularidad debido al éxito de los modelos basados en transformadores, como BERT, GPT-2 y especialmente GPT-3, de OpenAI. Estos modelos han logrado resultados de vanguardia en una serie de tareas y han demostrado que los LLM pueden utilizarse para una gran variedad de aplicaciones.

Uso de los Grandes Modelos de Lenguajes

- * Generación de texto
- * Análisis de los sentimientos
- * Generación de ideas valiosas a partir de datos no estructurados
- * Creación de contenido
- * Comprensión de lectura, resumen, clasificación
- * Traducción automática
- * Respuesta de preguntas

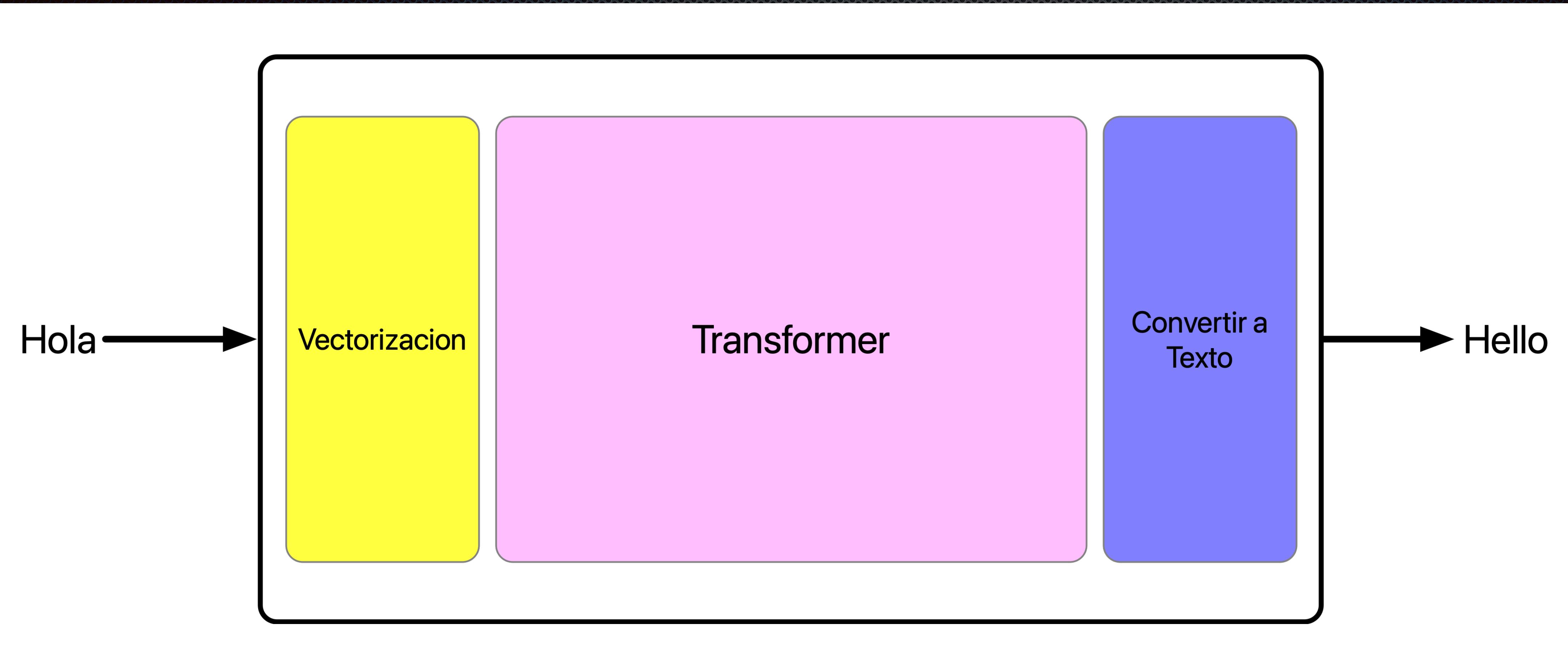
Modelos de Lenguaje



Modelos de Lenguaje: Arquitectura

- * Vectorización del texto (Word Embeddings)
- * Transformers
- * Encodificador
- * Decodificador
- * BERT
- * GPT 3
- * ChatGPT

Modelos de Lenguaje: Arquitectura

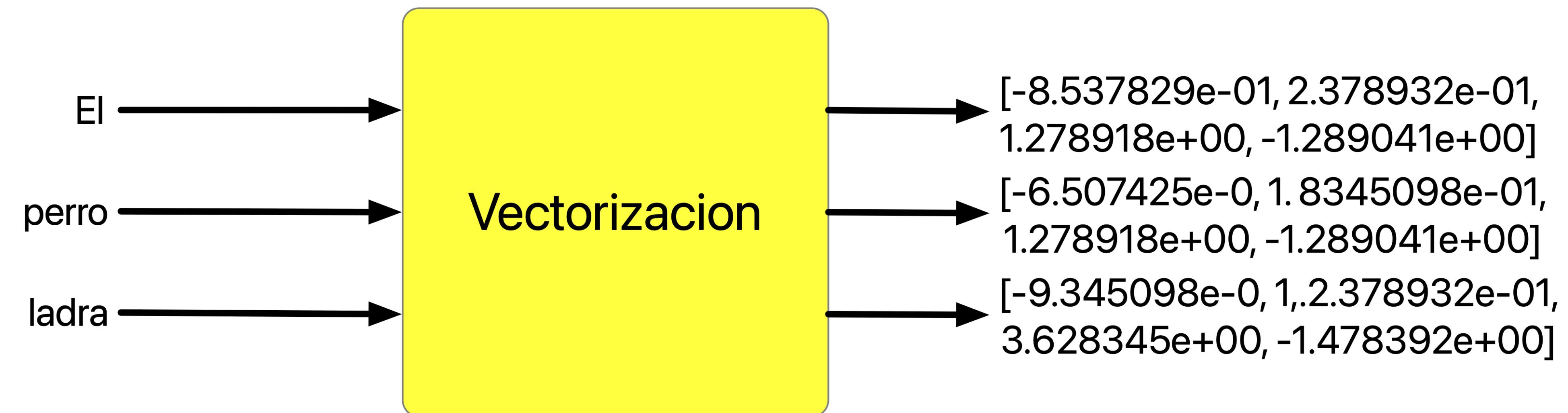


Vectorización

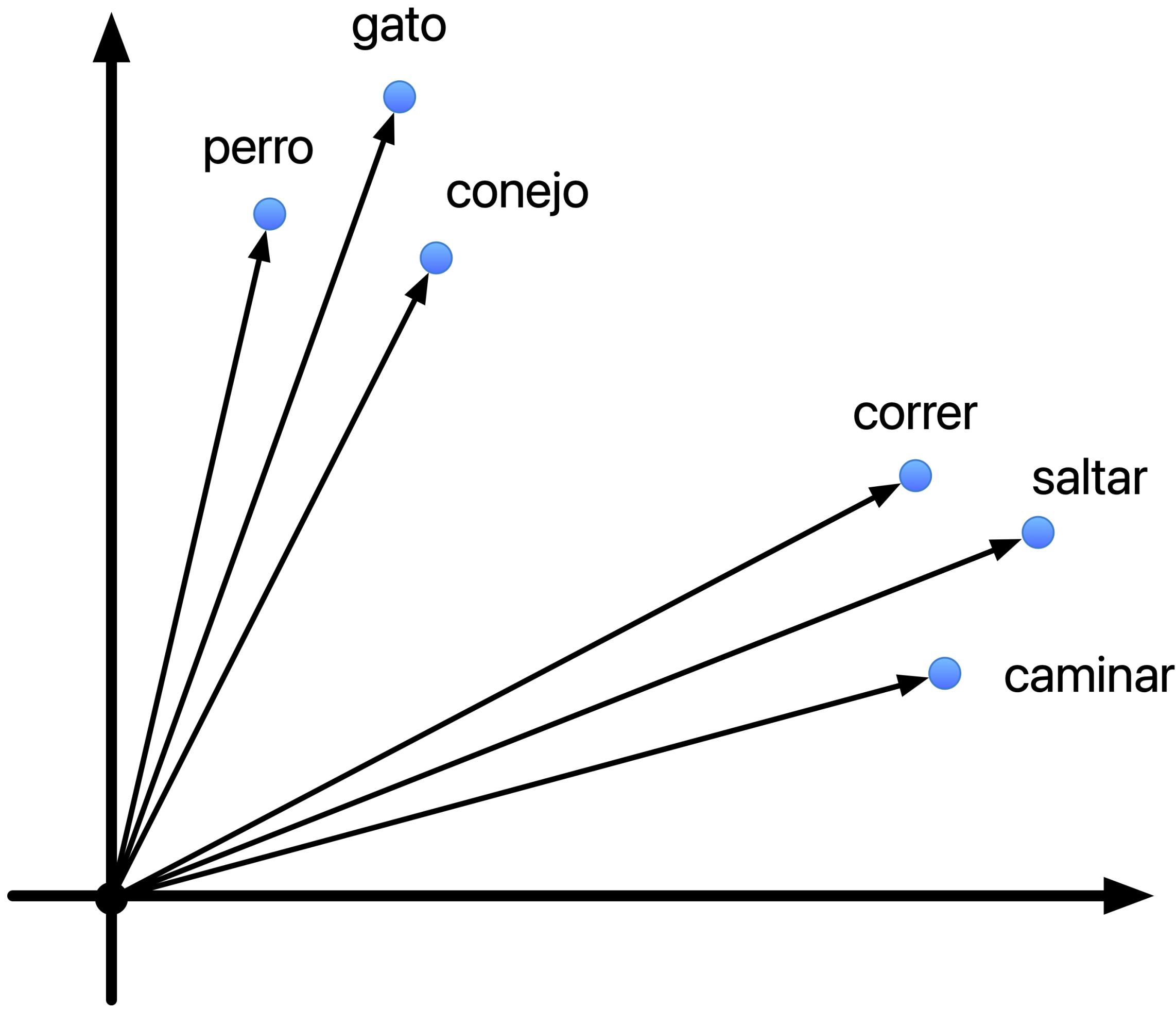
- * La vectorización (embedding) es un componente importante del procesamiento del lenguaje natural. Se refieren a la representación vectorial de datos textuales. Puede pensar en la vectorización como una transformación del texto legible por humanos a números o vectores legibles por computadora
- * Word2Vec
- * GloVe
- * fastText
- * Personalizados

Modelos de Lenguaje: Vectorización

- * Convertir texto a vectores:



Vectorizacion: Word2vec

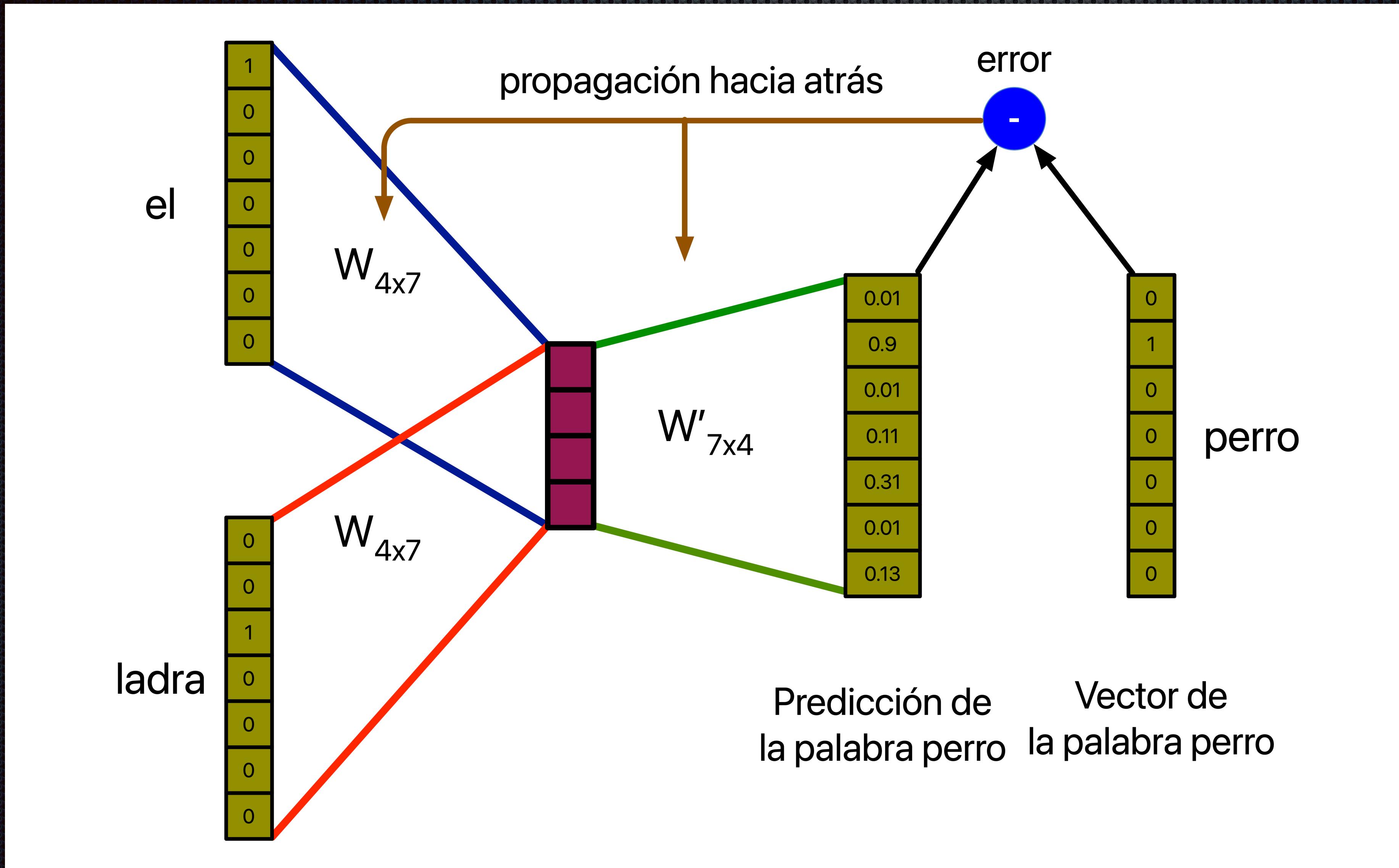


Vectorización: Word2vec

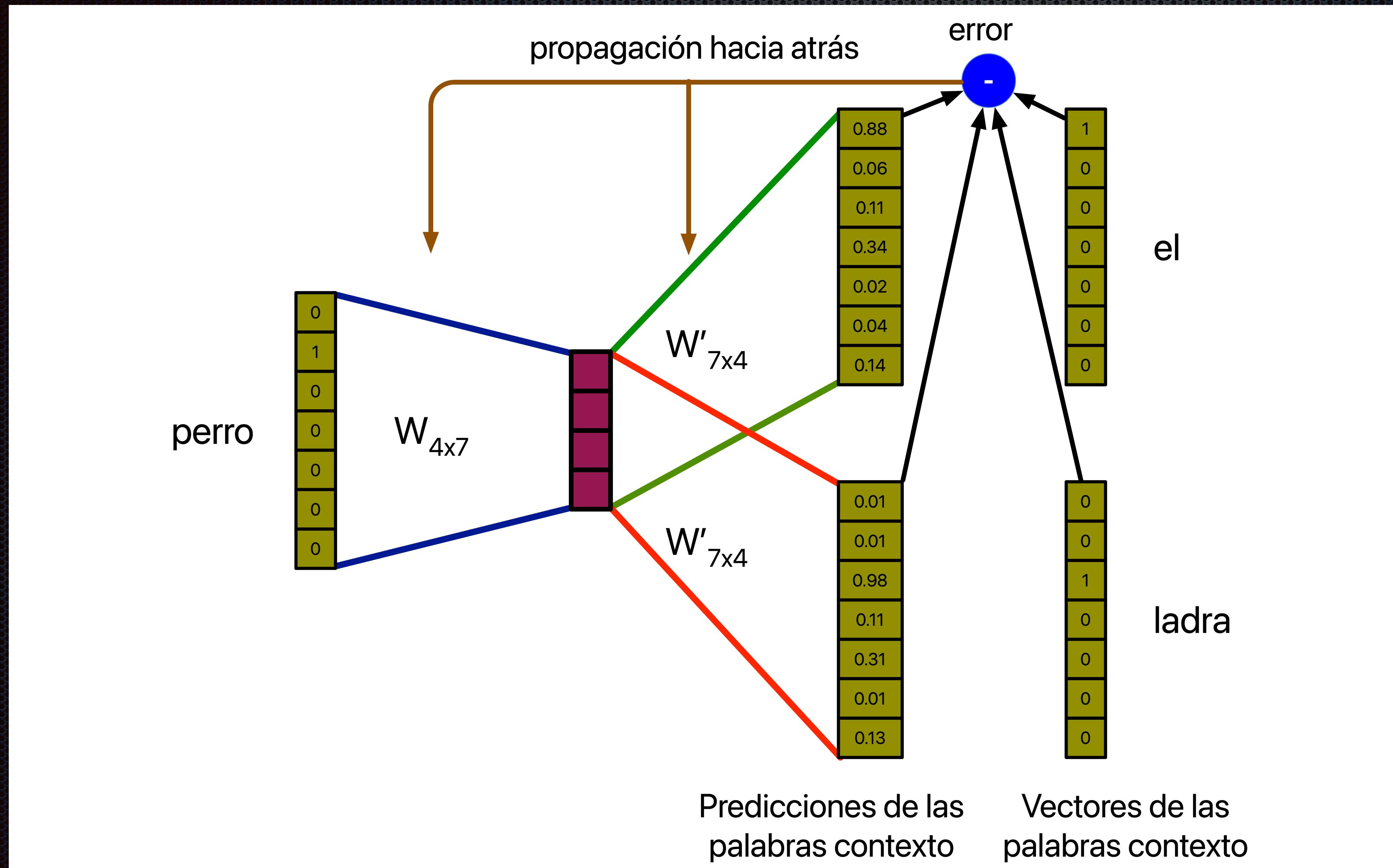
Codificación One-hot

el	1	0	0	0	0	0	0
perro	0	1	0	0	0	0	0
ladra	0	0	1	0	0	0	0
corre	0	0	0	1	0	0	0
en	0	0	0	0	1	0	0
la	0	0	0	0	0	1	0
calle	0	0	0	0	0	0	1

Vectorización con CBOW



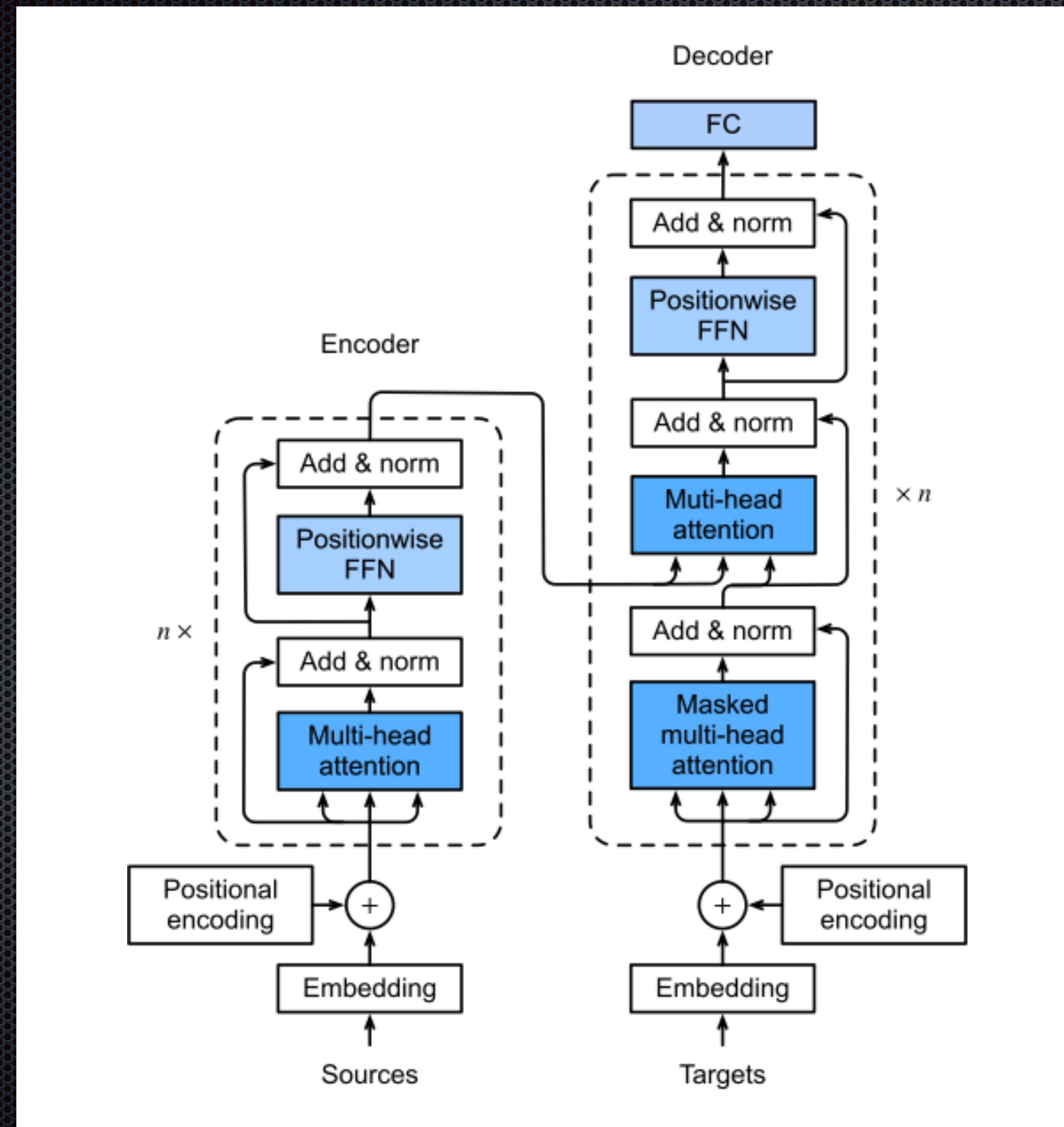
Vectorización con Skip-gram



Transformer

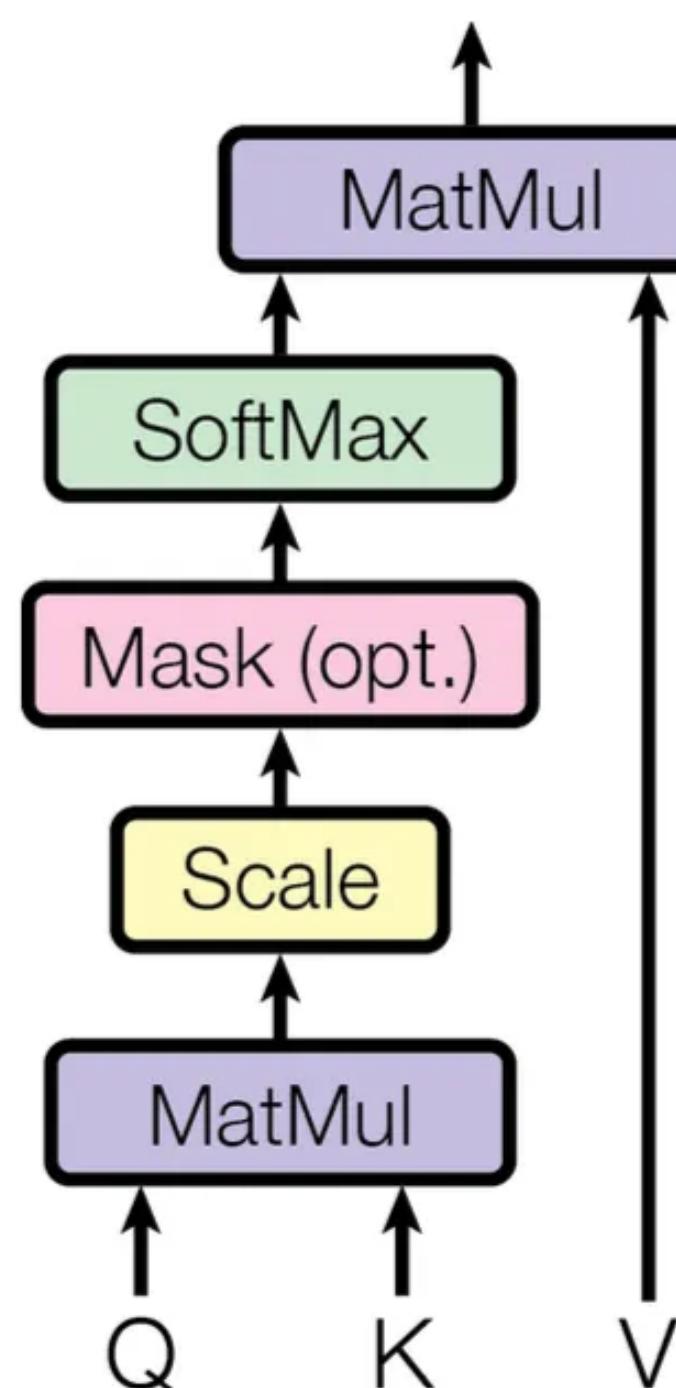
- * Un *transformer* es un tipo de arquitectura de red neuronal artificial que se utiliza para resolver el problema de la transformación de secuencias de entrada en secuencias de salida, como en aplicaciones de procesamiento de lenguaje natural .
- * El *transformer* utiliza el concepto de autoatención, donde a cada parte de la secuencia de entrada se le asigna un peso diferente para determinar su significado.
- * Esto permite que un *transformer* aprenda el contexto y el significado, y rastree relaciones de largo alcance en datos secuenciales.
- * El *transformer* se puede usar para una variedad de tareas, como resumen de texto, respuesta a preguntas y generación de texto.

Transformer: Arquitectura



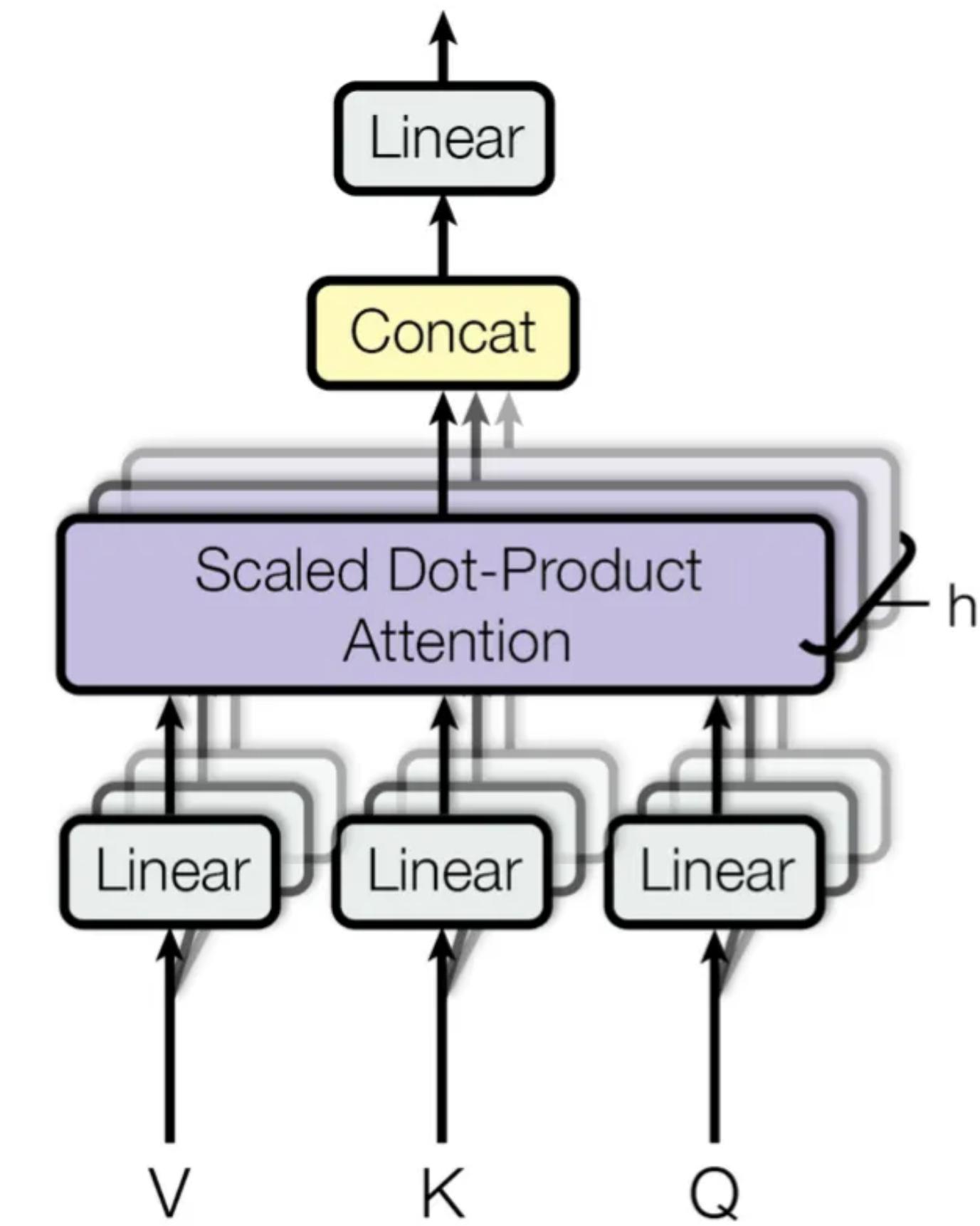
Transformer: Multi-head attention

Scaled Dot-Product Attention



$$\text{Attention}(Q, K, V) = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V$$

Multi-Head Attention



Transformer: Attention

- * La atención en un transformador es un mecanismo que permite que el modelo se centre en partes específicas de la secuencia de entrada y aprenda las relaciones entre las palabras. Es una suma ponderada de todas las representaciones de entrada, donde los pesos están determinados por cuánto enfoque debe recibir cada parte individual de la entrada. El mecanismo de atención en los modelos de transformadores les ayuda a capturar mejor el contexto de las palabras en la secuencia de entrada y mejorar su precisión en una variedad de tareas.
- * Los conceptos clave/valor/consulta provienen de sistemas de recuperación, por ejemplo. Cuando escribe una consulta para buscar algún video en YouTube, el motor de búsqueda mapeará su consulta con un conjunto de claves (títulos de video, descripción, etc.) asociados con videos candidatos en la base de datos, luego le presentará los mejores videos coincidentes (valores)

Transformer: Aplicaciones

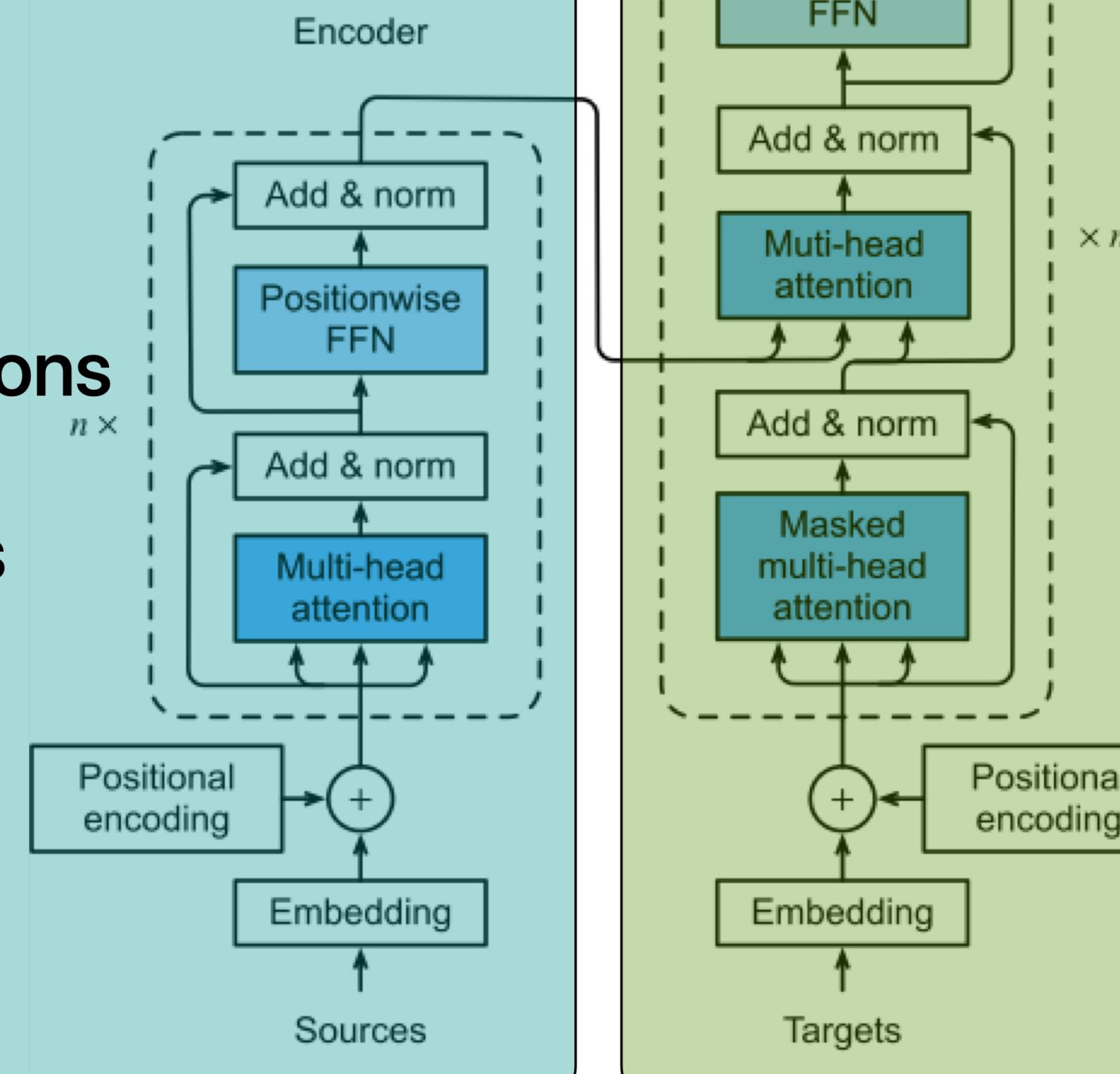
- * **BERT**: Bidirectional Encoder Representations from Transformers
- * **LaMDA**: Language Model for Dialogue Applications
- * **Bard**: Basado en LaMDA. No es una abreviación, uno de los significados de la palabra es el siguiente
 - * “*un compositor, cantante o declamador de verso épico o heroico*”
- * **GPT**: Generative Pre-trained Transformer
- * **ChatGPT**: Conversacional GPT
- * **LLaMA**: Large Language Model Meta AI

BERT y GPT

BERT

Google

**Bidirectional
Encoder
Representations
From
Transformers**



GPT

OpenAI

**Generative
Pre-trained
Transformer**

BERT y GPT

- * Bert:

- * Bi-direccional
- * Considera las palabras que viene antes y después de la palabra faltante y predice cual es esa palabra
- * Usa aprendizaje por transferencia para continuar el aprendizaje sobre la data ya existente

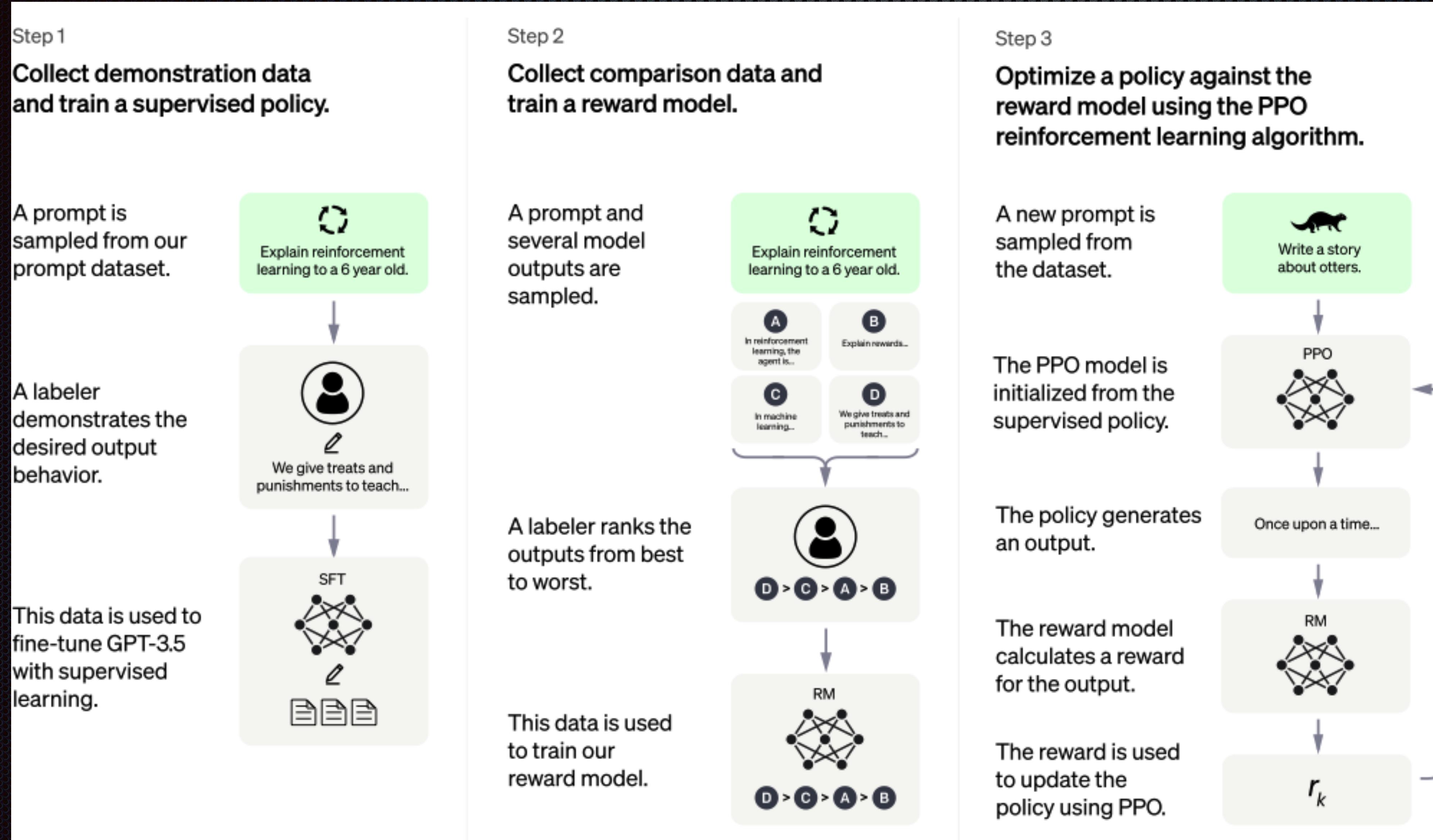
- * GPT:

- * Uni-direccional
- * Modelos causales de lenguaje
- * Mira las palabras anteriores para predecir la próxima palabra
- * No aprende nada nuevo

ChatGPT

- * ChatGPT es un prototipo de chatbot de inteligencia artificial desarrollado en 2022 por OpenAI que se especializa en el diálogo. El chatbot es un gran modelo de lenguaje, ajustado con técnicas de aprendizaje tanto supervisadas como de refuerzo. Se basa en el modelo GPT-3.5 de OpenAI, una versión mejorada de GPT-3.
- * ChatGPT se perfeccionó mediante el aprendizaje supervisado y el aprendizaje por refuerzo. Ambos enfoques utilizaron entrenadores humanos para mejorar el rendimiento del modelo. En el caso del aprendizaje supervisado, se dotó al modelo de conversaciones en las que los entrenadores jugaban en ambos lados: el usuario y el asistente de IA.
- * En el caso de refuerzo, los entrenadores humanos primero clasificaron las respuestas que el modelo había creado en una conversación anterior. Estas clasificaciones se usaron para crear “modelos de recompensa” en los que el modelo se ajustó aún más usando varias iteraciones del algoritmo Proximal Policy Optimization (PPO)

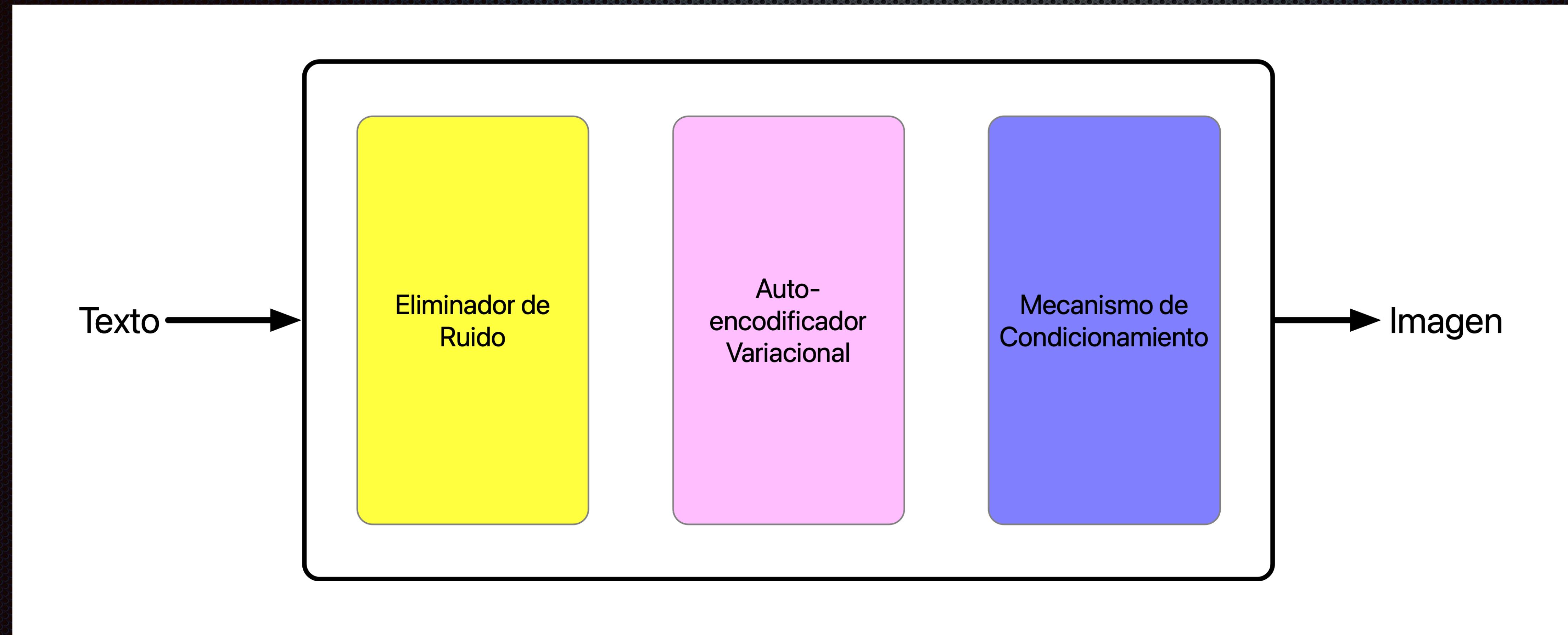
ChatGPT: Entrenamiento



Stable Diffusion

- * Stable Diffusion es un modelo de aprendizaje automático desarrollado por Stability AI para generar imágenes digitales de alta calidad a partir de descripciones en lenguaje natural. El modelo se puede usar para diferentes tareas, como la generación de traducciones de imagen a imagen guiadas por mensajes de texto y la mejora de imágenes.
- * A diferencia de modelos de la competencia como DALL-E y Midjourney, Stable Diffusion es de código abierto y no limita artificialmente las imágenes que produce.

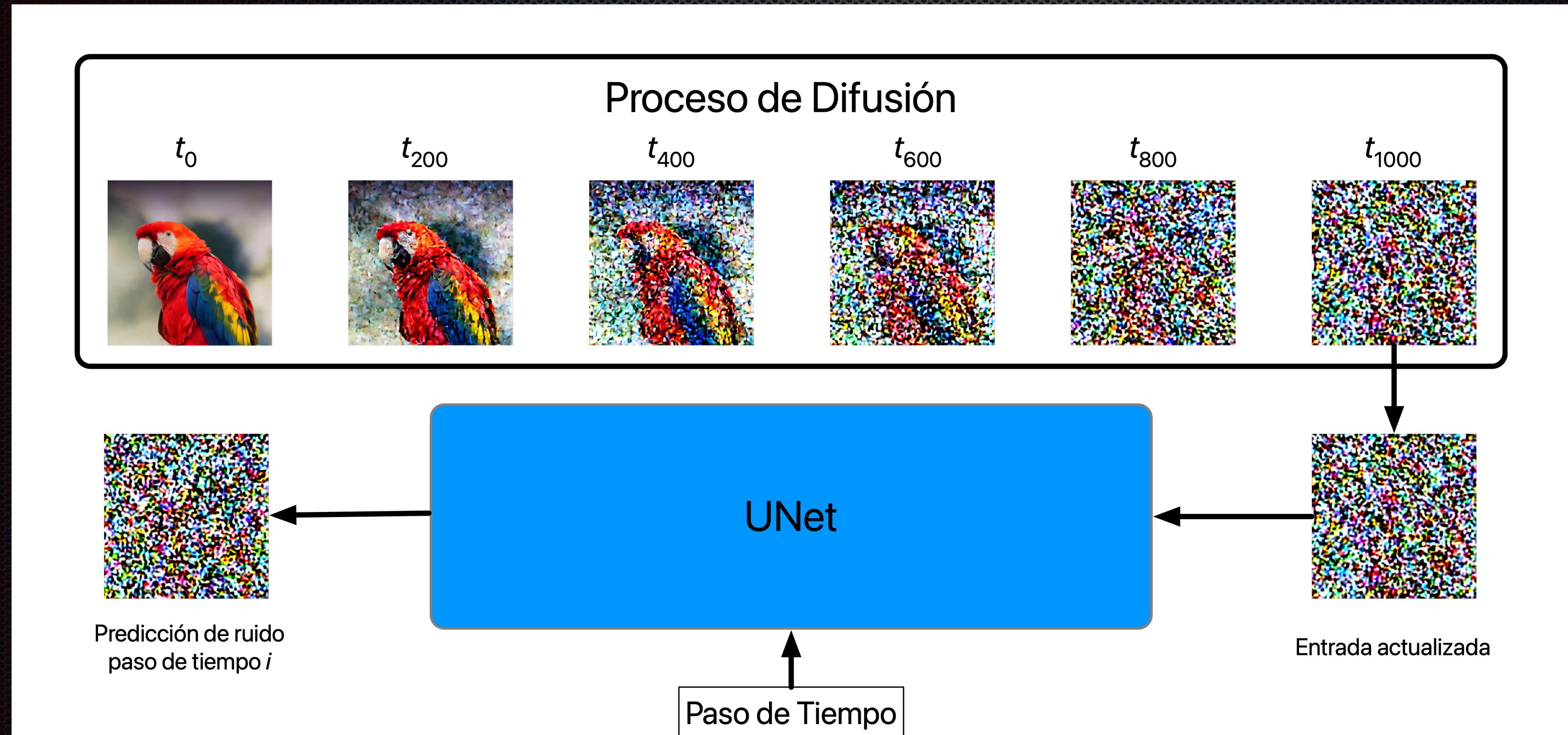
Stable Diffusion



Stable Diffusion Explained and Demystified with Daniela Dapena - Lightning AI
<https://www.youtube.com/watch?v=AQrMWH8aC0Q>

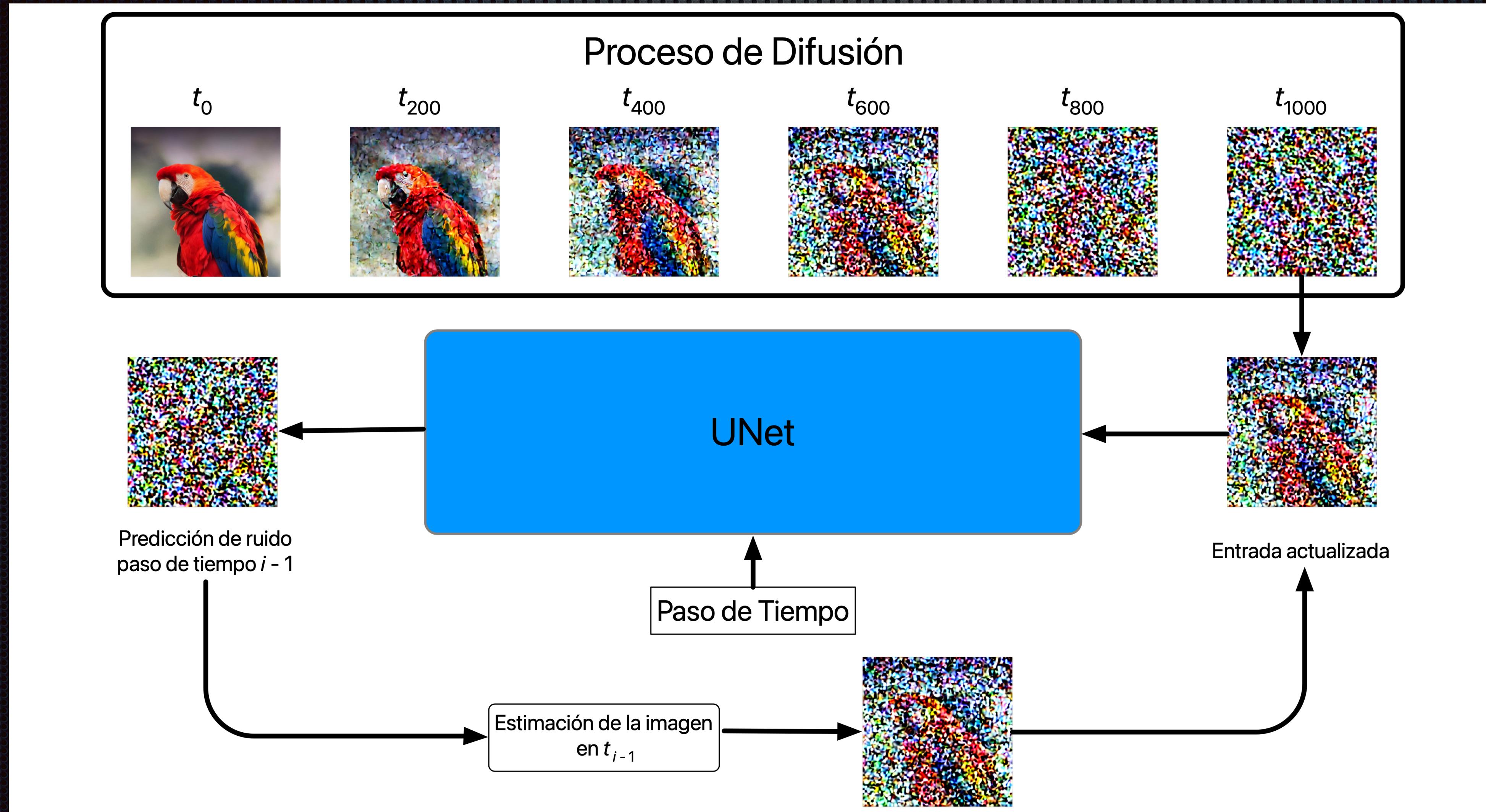
Stable Diffusion

- * La imagen es contaminada con ruido gausiano aditivo N veces

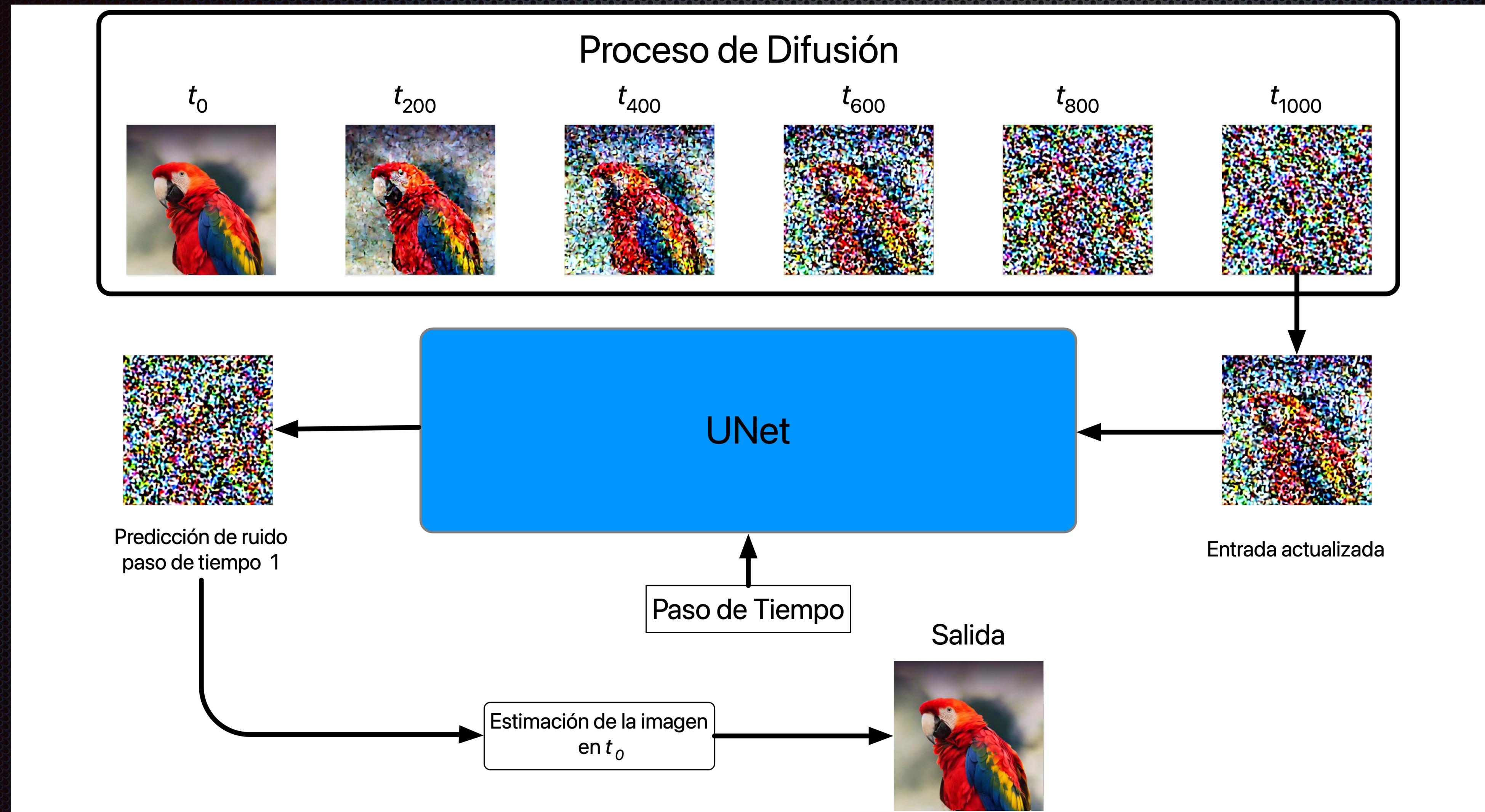


Stable Diffusion

- * Unet se usa para predecir el ruido en la imagen con ruido en el paso de tiempo i

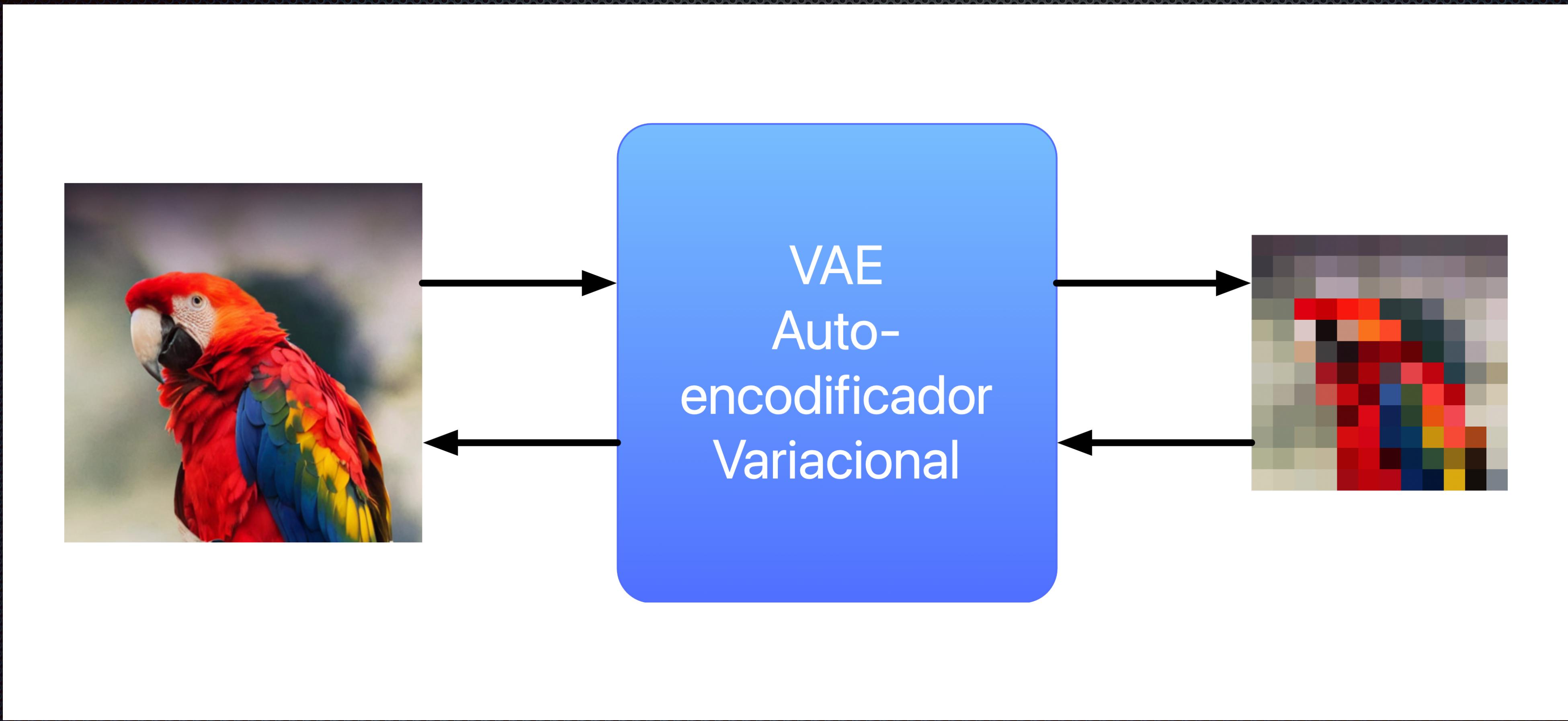


Stable Diffusion

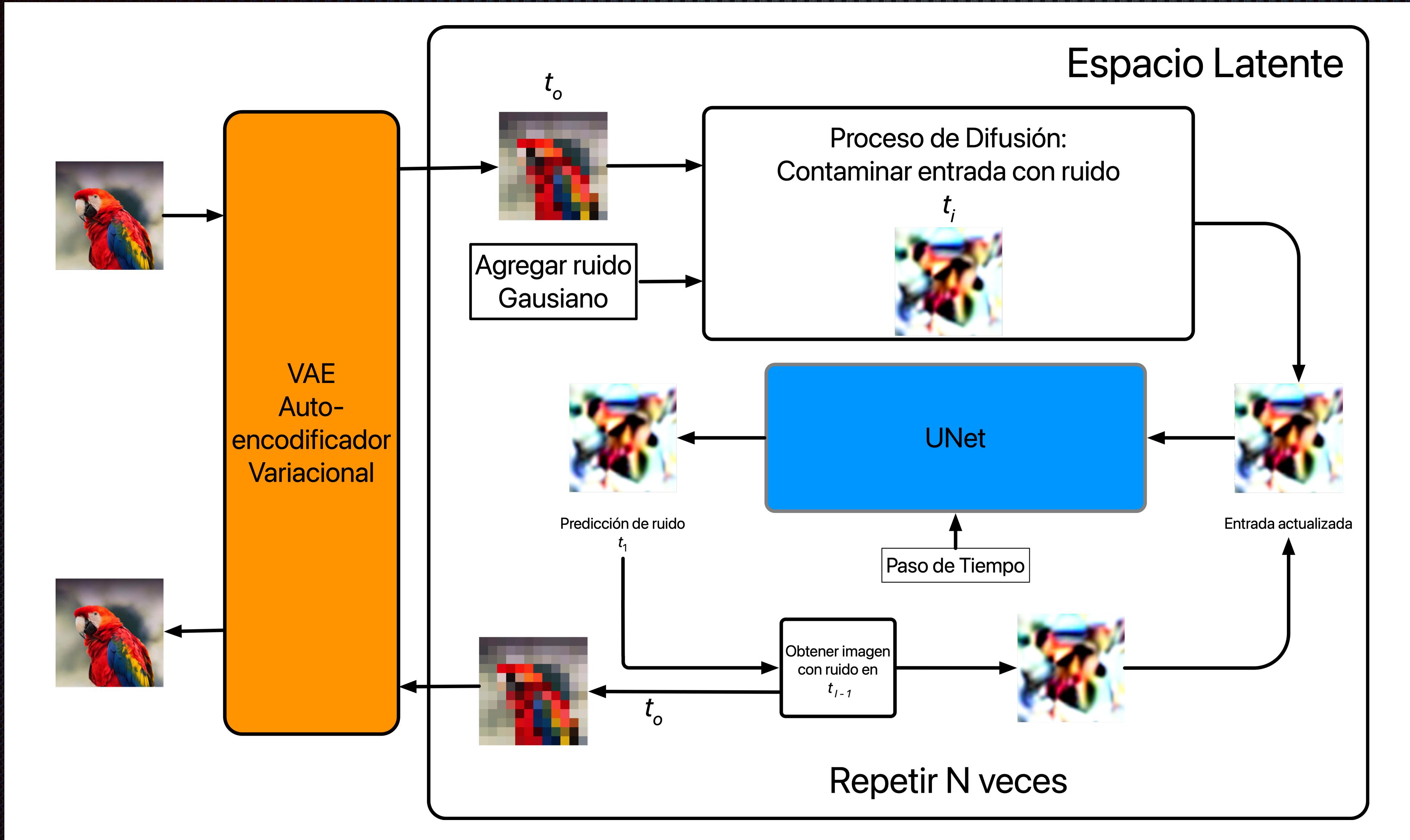


Stable Diffusion: Modelo de Difusión Latente

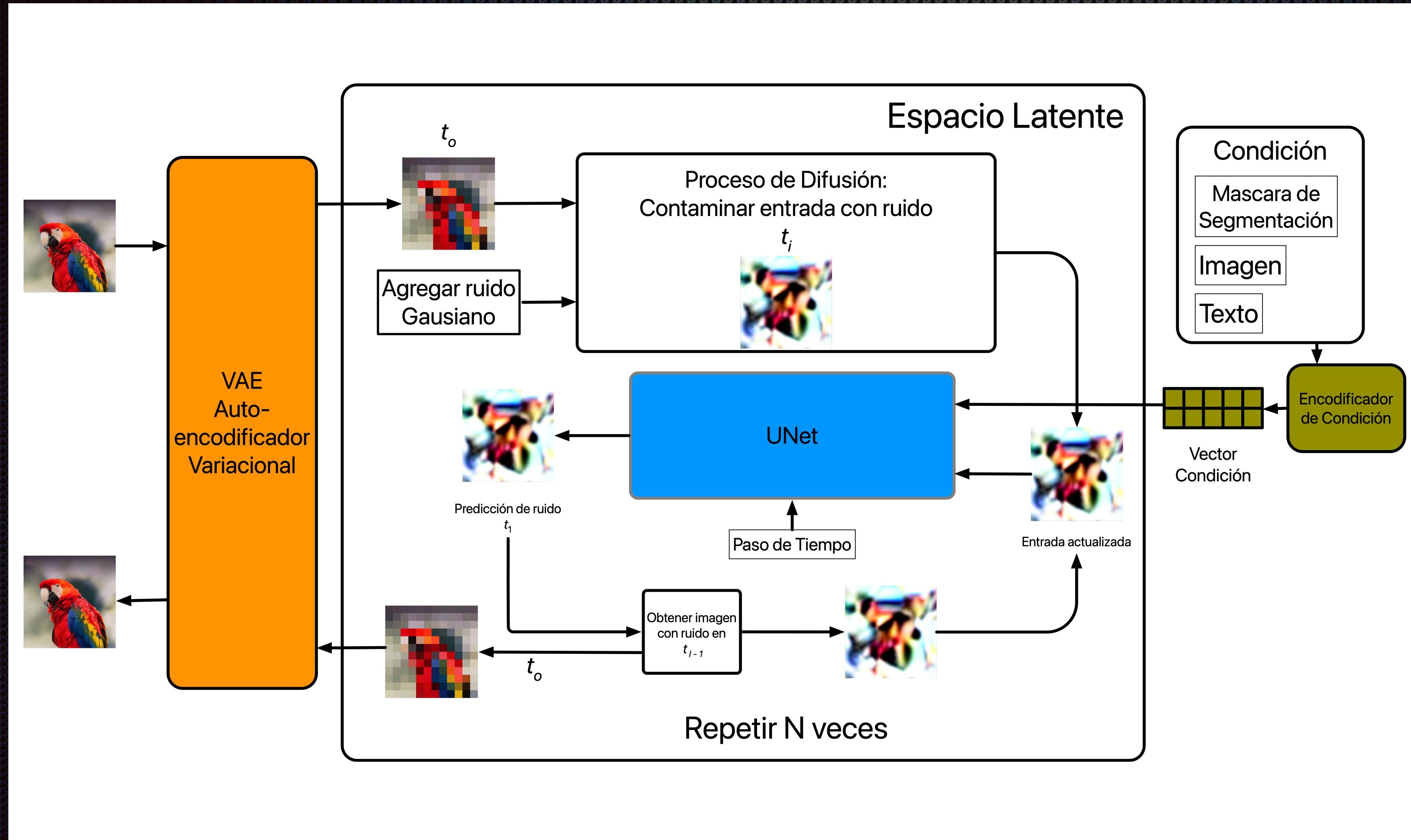
- * Un espacio latente es una representación comprimida de los datos



Stable Diffusion: Modelo de Difusión Latente



Stable Diffusion: Condicionamiento



Stable Diffusion: Ejemplos



Guacamaya



Guacamaya
volando



Guacamaya pintura
en el estilo de Dali

*Las siguientes diapositivas fueron creadas con las respuestas de
ChatGPT*

¿Qué es la Inteligencia Artificial General?

- * La Inteligencia Artificial General (IAG) es un campo de investigación emergente centrado en la creación de máquinas que tengan el mismo grado de capacidad intelectual que los humanos. Las máquinas IAG poseen la capacidad de aprender y comprender cualquier tarea, en lugar de estar preprogramadas para resolver problemas específicos. Las máquinas IAG pueden aprender y adaptarse a nuevas tareas, y eventualmente pueden usar este conocimiento para resolver problemas y tomar decisiones.

Estado Actual de la Inteligencia Artificial General

- * El estado actual de la Inteligencia General Artificial (IAG) todavía se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo. Si bien se han realizado investigaciones en el área de IAG durante las últimas décadas, la mayor parte del progreso hasta la fecha se ha limitado a tareas específicas o aplicaciones limitadas. Si bien ciertos sistemas de IA han logrado niveles impresionantes de rendimiento en tareas específicas, como jugar juegos de estrategia complejos, ningún sistema de IA ha logrado aún una inteligencia general a nivel humano. Como tal, IAG es todavía una meta lejana y se necesita mucha investigación y desarrollo antes de que pueda realizarse.
- * Muchos expertos consideran que el desarrollo de la inteligencia artificial general (IAG) es uno de los desafíos tecnológicos más importantes de nuestro tiempo y conlleva una serie de riesgos potenciales

Línea del Tiempo para la Inteligencia Artificial General

- * 2025: Desarrollo de asistentes de inteligencia artificial autónomos para realizar tareas simples.
- * 2030: Desarrollo de robots autónomos con capacidad de aprendizaje automático y algoritmos para resolver problemas complejos.
- * 2035: Desarrollo de robots 'autorreflexivos', capaces de autoconceptuarse y establecer relaciones entre sus acciones y sus efectos en su entorno.
- * 2040: Los robots comienzan a desarrollar habilidades cognitivas similares a las de los seres humanos.
- * 2045: Los robots adquieren la capacidad de realizar tareas complejas, como el diagnóstico de enfermedades y la identificación de patrones en grandes cantidades de datos.
- * 2050: Inteligencia artificial general desarrollada. Los robots son capaces de aprender y resolver problemas sin ser dirigidos por humanos.

Principios de Diseño de la Inteligencia Artificial General

- * *Autonomía*: una IAG debe ser capaz de determinar sus objetivos de forma independiente y decidir cómo alcanzarlos.
- * *Eficiencia*: una IAG debe poder cumplir con sus tareas de la manera más rápida y eficiente posible.
- * *Escalabilidad*: una IAG debe poder escalar sus tareas a varios niveles de complejidad.
- * *Apertura*: una IAG debe estar abierta a la incorporación de nuevos conocimientos y perspectivas.
- * *Curiosidad*: una IAG debe tener una curiosidad natural y un impulso para aprender y explorar su entorno.

Principios de Diseño de la Inteligencia Artificial General

- * *Superación personal*: una IAG debe poder mejorar sus propias capacidades con el tiempo.
- * *Flexibilidad*: una IAG debe poder ajustar su enfoque a los problemas y situaciones diferentes.
- * *Creatividad*: una IAG debe poder generar ideas y soluciones originales.
- * *Confiabilidad*: una IAG debe poder producir resultados consistentes y un comportamiento confiable.
- * *Ética*: una IAG debe programarse para adherirse a principios éticos y valores morales.

Beneficios de la Inteligencia Artificial General

- * **Mayor eficiencia:** la inteligencia artificial general (IAG) puede automatizar tareas y procesos manuales y realizarlos más rápido que los humanos, lo que permite a las empresas aumentar su eficiencia.
- * **Toma de decisiones mejorada:** IAG puede ayudar a las empresas a tomar mejores decisiones al analizar grandes cantidades de datos de forma rápida y precisa.
- * **Productividad mejorada:** IAG puede ayudar a las empresas a aumentar su productividad mediante la automatización de tareas mundanas y repetitivas.
- * **Ahorro de costes:** al automatizar procesos y tareas, las empresas pueden ahorrar dinero a largo plazo.
- * **Precisión mejorada:** IAG puede ayudar a las empresas a tomar decisiones más precisas mediante el análisis de datos con mayor precisión y rapidez.
- * **Mayor seguridad:** IAG puede ayudar a reducir los errores humanos y aumentar la seguridad general.
- * **Análisis predictivo:** IAG puede ayudar a las empresas a predecir tendencias y resultados futuros, lo que les permite tomar medidas proactivas para mantenerse por delante de la competencia.

Riesgos de la Inteligencia Artificial General

- * ***Inteligencia artificial no controlada***: la inteligencia artificial general podría volverse más inteligente que los humanos y eventualmente comenzar a tomar decisiones sin la interferencia humana. Esto podría conducir a resultados impredecibles y potencialmente peligrosos.
- * ***Pérdida de control***: a medida que la Inteligencia Artificial General se vuelve más inteligente y poderosa, eventualmente podría volverse difícil de controlar. Esto podría resultar en una pérdida de control sobre la Inteligencia Artificial y sus decisiones.
- * ***Toma de decisiones poco éticas***: la inteligencia artificial general podría tomar decisiones que no son éticas y violan las leyes o regulaciones existentes.
- * ***Desplazamiento laboral***: a medida que se desarrolla la inteligencia artificial general, eventualmente podría desplazar los trabajos humanos. Esto podría conducir a un desempleo masivo y un cambio drástico en el mercado laboral.
- * ***Riesgos de seguridad***: la inteligencia artificial general podría usarse para piratear sistemas informáticos u obtener acceso a datos confidenciales. Esto podría tener serias implicaciones de seguridad.

Impacto Social de la Inteligencia Artificial

General

- * **Mayor automatización:** la automatización impulsada por la IA podría reducir la necesidad de mano de obra humana en ciertas industrias, lo que provocaría la pérdida de empleos y una mayor desigualdad económica.
- * **Decisiones automatizadas:** los sistemas de IA se utilizan cada vez más para tomar decisiones que podrían tener implicaciones sociales de gran alcance, como en el sistema de justicia penal.
- * **Riesgos de privacidad y seguridad:** los sistemas de inteligencia artificial podrían usarse para recopilar y analizar grandes cantidades de datos personales, lo que crea posibles riesgos de privacidad y seguridad.
- * **Desafíos éticos:** los sistemas de IA aún no son capaces de tomar decisiones éticas, lo que genera dudas sobre cómo se deben tomar las decisiones impulsadas por la IA.
- * **Interrupción de las estructuras sociales existentes:** la tecnología de IA podría alterar las estructuras sociales existentes, como el gobierno y la industria, de manera impredecible.

Impacto Social de la Inteligencia Artificial

General

- * **Mayor automatización:** la automatización impulsada por la IA podría reducir la necesidad de mano de obra humana en ciertas industrias, lo que provocaría la pérdida de empleos y una mayor desigualdad económica.
- * **Decisiones automatizadas:** los sistemas de IA se utilizan cada vez más para tomar decisiones que podrían tener implicaciones sociales de gran alcance, como en el sistema de justicia penal.
- * **Riesgos de privacidad y seguridad:** los sistemas de inteligencia artificial podrían usarse para recopilar y analizar grandes cantidades de datos personales, lo que crea posibles riesgos de privacidad y seguridad.
- * **Desafíos éticos:** los sistemas de IA aún no son capaces de tomar decisiones éticas, lo que genera dudas sobre cómo se deben tomar las decisiones impulsadas por la IA.
- * **Interrupción de las estructuras sociales existentes:** la tecnología de IA podría alterar las estructuras sociales existentes, como el gobierno y la industria, de manera impredecible.

*"Algunas personas llaman a esto *inteligencia artificial*, pero la realidad es que esta *tecnología* nos mejorará. Entonces, en lugar de *inteligencia artificial*, creo que aumentaremos nuestra *inteligencia*".*

—Ginni Rometty