

# APRENDIZAJE PROFUNDO

## CELDA RECURRENTE BÁSICA

---

Gibran Fuentes Pineda

Septiembre 2025

## SECUENCIAS DE PALABRAS: DE CADENAS A TENSORES

1. Componentes léxicos: se convierte la cadena de caracteres en una secuencia de componentes léxicos (*tokens*); comúnmente palabras, subpalabras o símbolos.
2. Vocabulario: se construye un diccionario que asocia cada componente léxico con un índice.
3. Secuencias de índices: se asocian los componentes léxicos de cada secuencia a su correspondiente índice usando el diccionario construido.
4. Tensores: se asocian los índices de cada secuencia a un vector usando su representación 1-de-K o un encaje (por ej. Word2Vec).

# ENCAJES DE PALABRAS (WORD2VEC): SKIP-GRAM Y CBOW

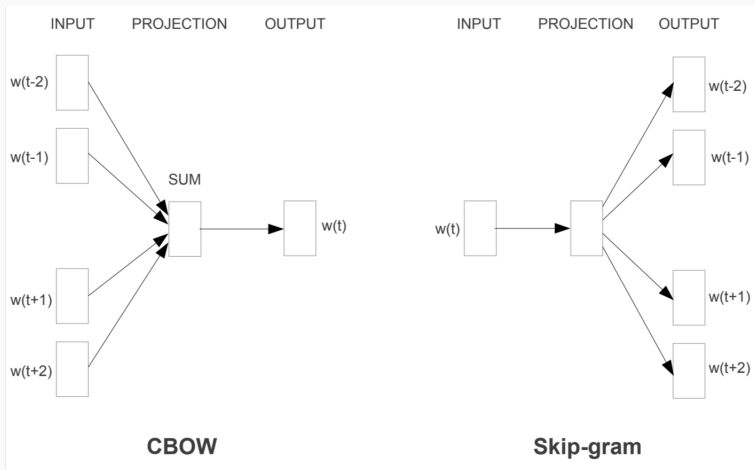
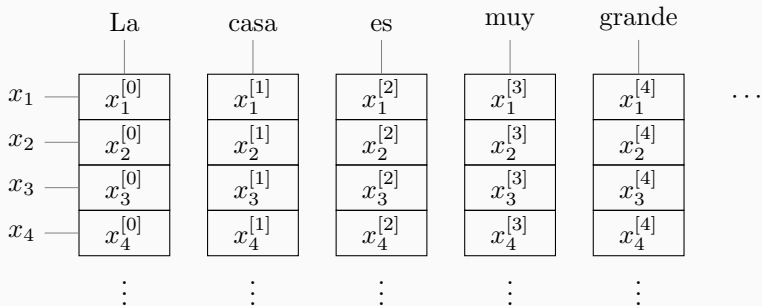


Imagen tomada de Mikolov et al. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. ICLR, 2013.

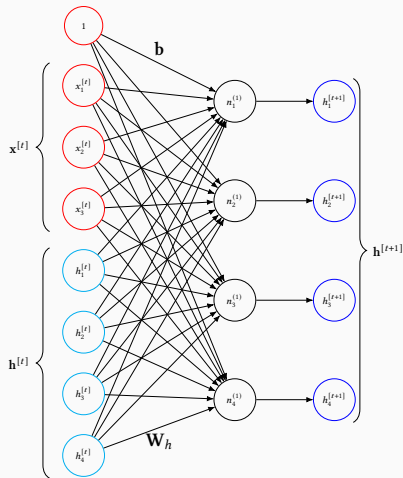
# MOTIVACIÓN: SECUENCIAS DE PALABRAS



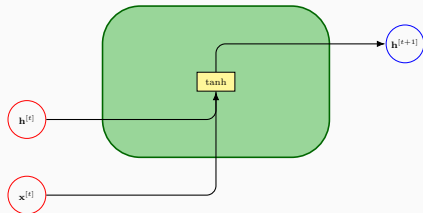
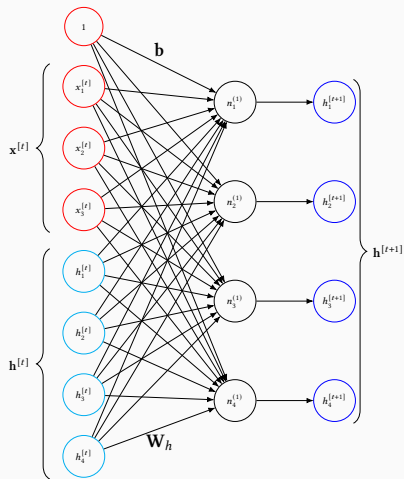
# UNIDAD RECURRENTE BÁSICA

- Capas con retro-alimentación en sus conexiones
  1. Entradas en tiempo  $t$  ( $\mathbf{x}^{[t]}$ )
  2. Estado en tiempo  $t$  ( $\mathbf{h}^{[t]}$ )

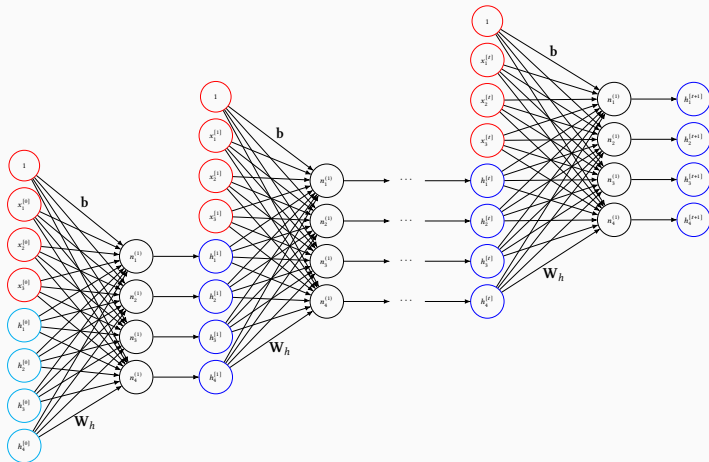
$$\begin{aligned} \mathbf{h}^{[t+1]} &= \phi \left( \mathbf{w}_h \cdot \underbrace{[\mathbf{h}^{[t]}, \mathbf{x}^{[t]}]}_{\text{Concatenación}} + \mathbf{b}_h \right) \\ &= \phi \left( \mathbf{w}_{hh} \cdot \mathbf{h}^{[t]} + \mathbf{w}_{hx} \cdot \mathbf{x}^{[t]} + \mathbf{b}_h \right) \end{aligned}$$



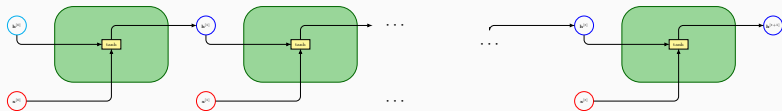
# UNIDAD RECURRENTE BÁSICA: DIAGRAMA DE CELDA



# UNIDAD RECURRENTE BÁSICA: DESPLIEGUE



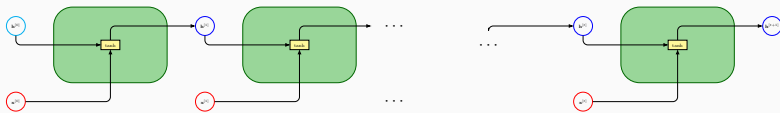
# UNIDAD RECURRENTE BÁSICA: DESPLIEGUE DE CELDAS





# MODELANDO DEPENDENCIAS A CORTO PLAZO

- En teoría una red recurrente básica puede modelar dependencias a corto y largo plazo
  - Siegelmann y Sontag mostraron que las redes recurrentes son Turing completas<sup>1</sup>



---

<sup>1</sup>Siegelmann and Sontag. On The Computational Power Of Neural Nets, 1995.

# EL PROBLEMA DE LA MEMORIA A LARGO PLAZO

- En práctica es muy difícil entrenarlas para tareas con dependencias a largo plazo

