

Redes Neuronales Convolucionales

Física Computacional 2



Ph.D. Santiago Echeverri Arteaga

Resumen sustentaciones

neural net guesses memes
@ResNeXtGuesser

Image prediction: torch
Confidence: 29.19%



neural net guesses memes
@ResNeXtGuesser

Image prediction: ping-pong ball
Confidence: 100.0%



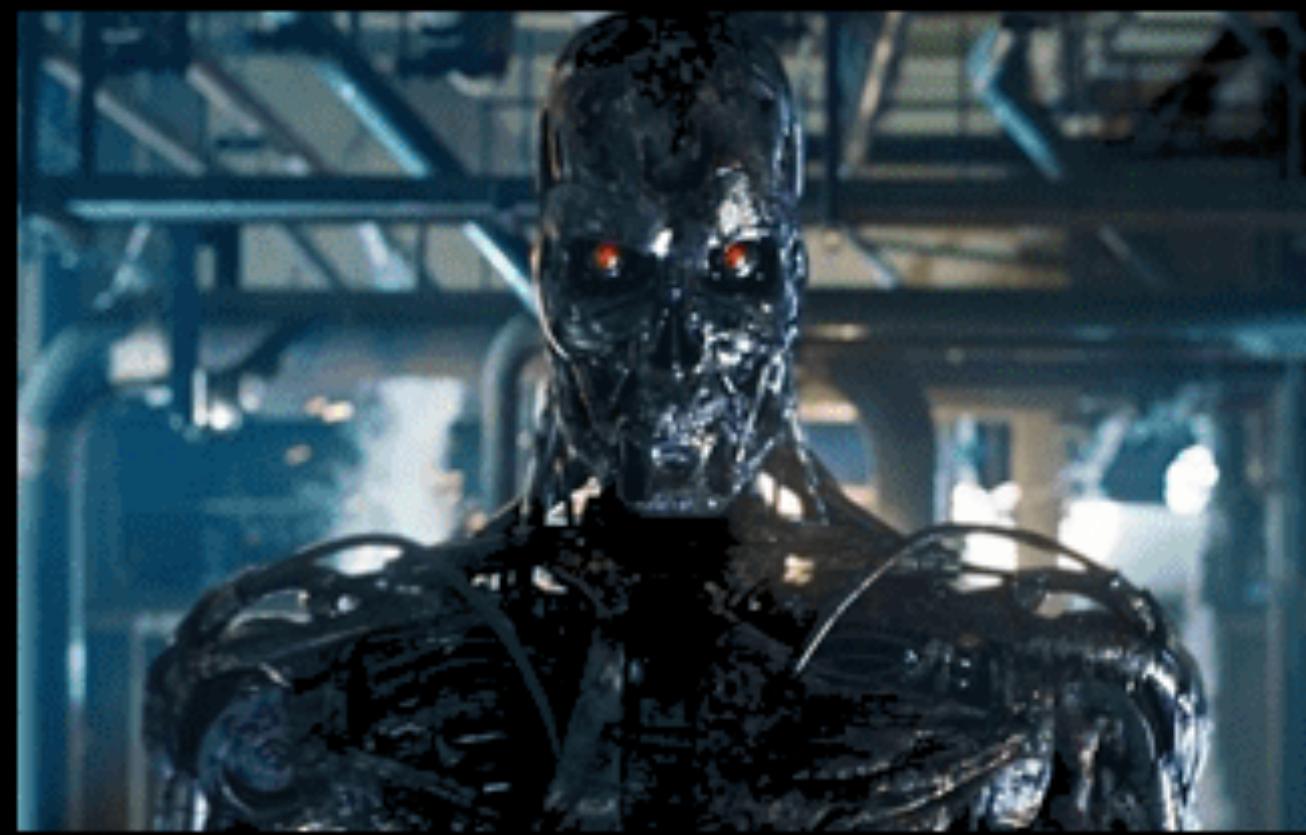
neural net guesses memes
@ResNeXtGuesser

Image prediction: harmonica
Confidence: 41.26%

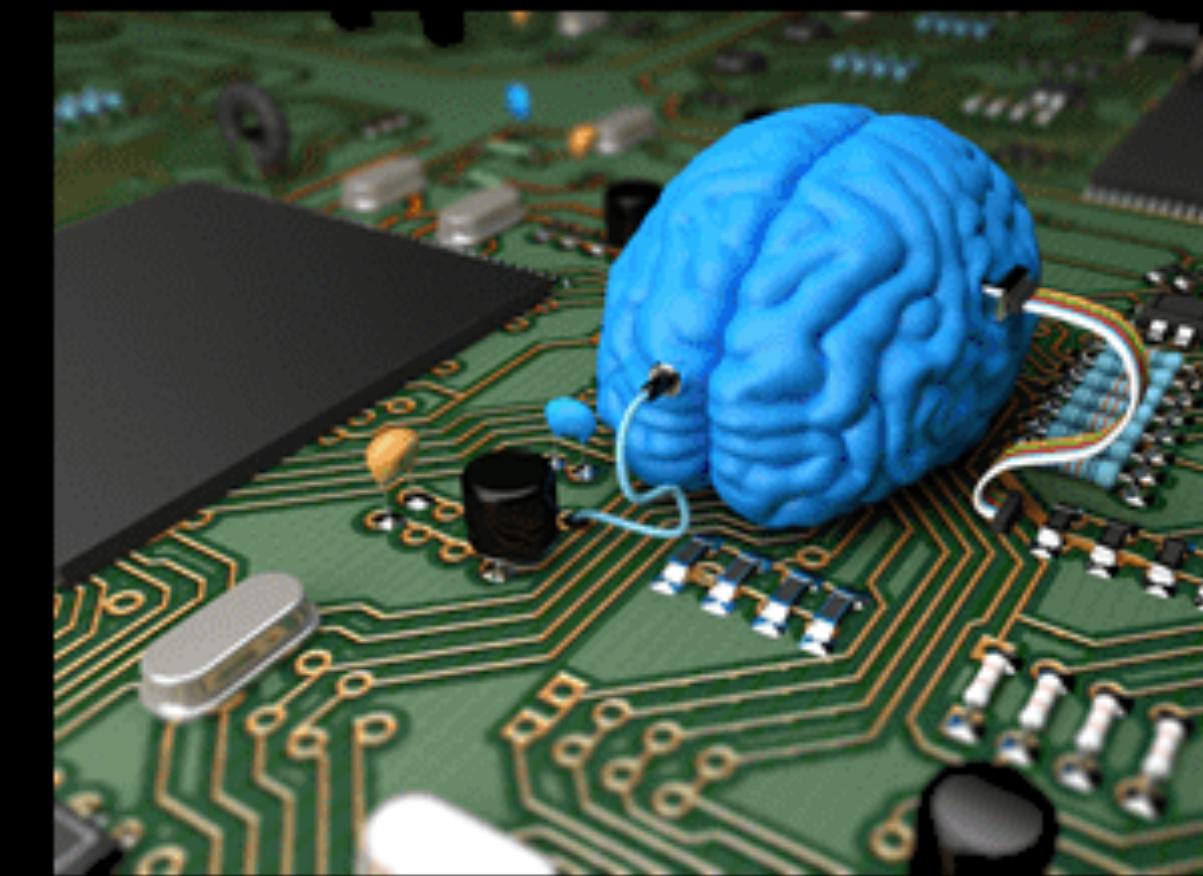


4:00 PM · Oct 10, 2021 · ImageGuesserBot

Deep Learning



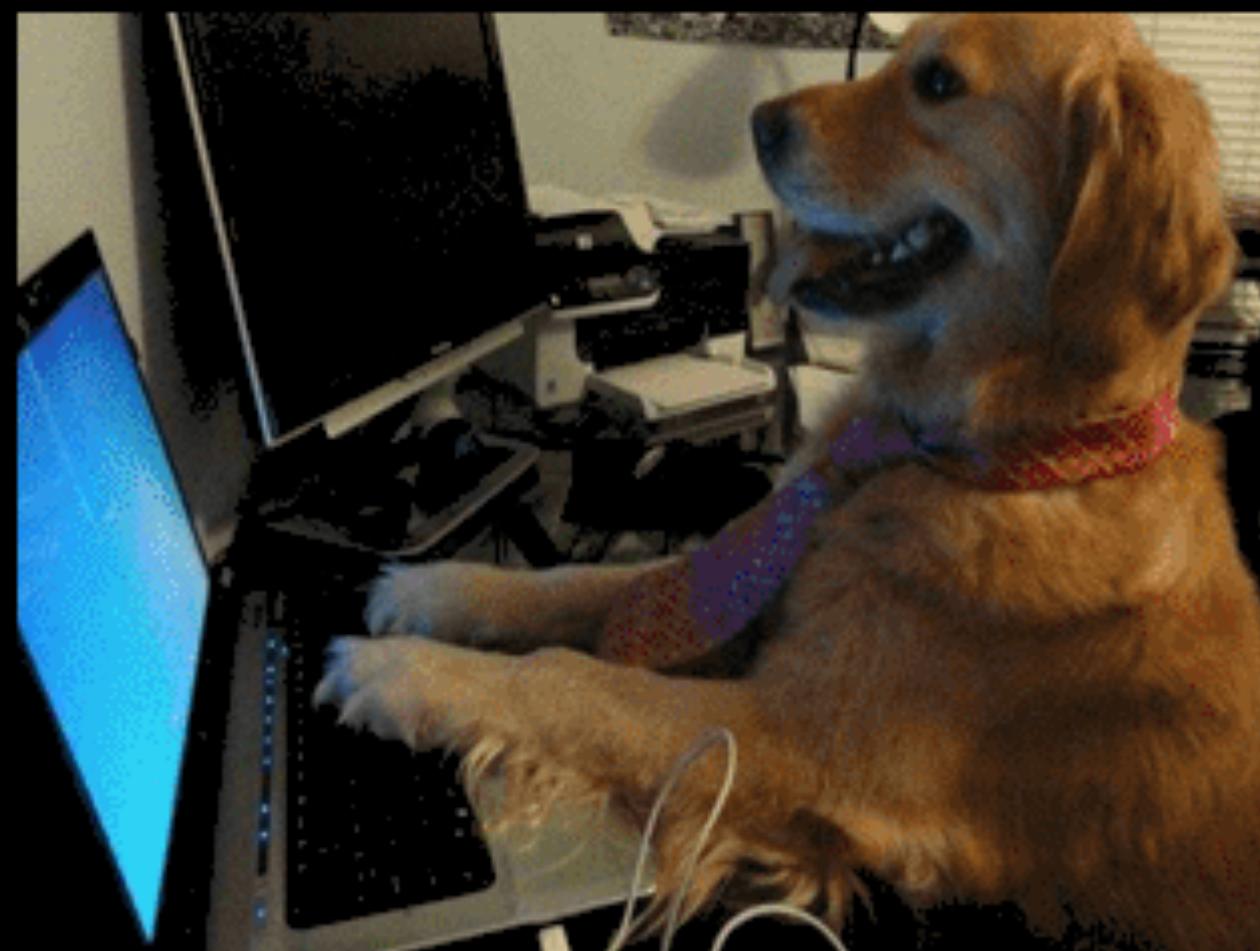
What society thinks I do



What my friends think I do



What other computer
scientists think I do



What mathematicians think I do



What I think I do

```
In [1]:  
  
import keras  
  
Using TensorFlow backend.
```

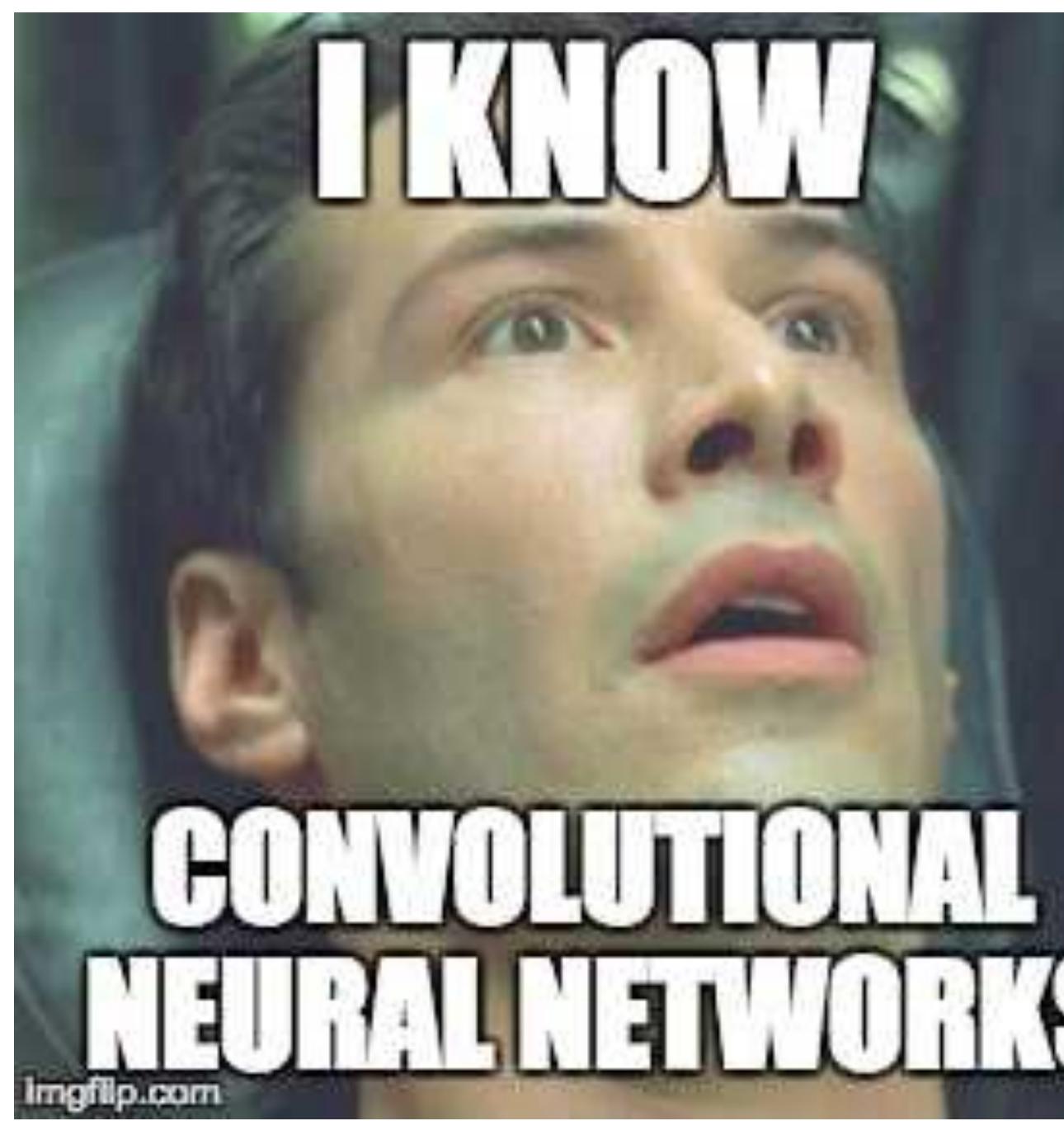
What I actually do

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS



IS THERE ANYTHING THEY CAN'T
DO?

memegenerator.net



imgflip.com

Ok team, What neural architecture
should we use to generate memes?



LSTM!

GAN!

convnets?



Redes neuronales convolucionales

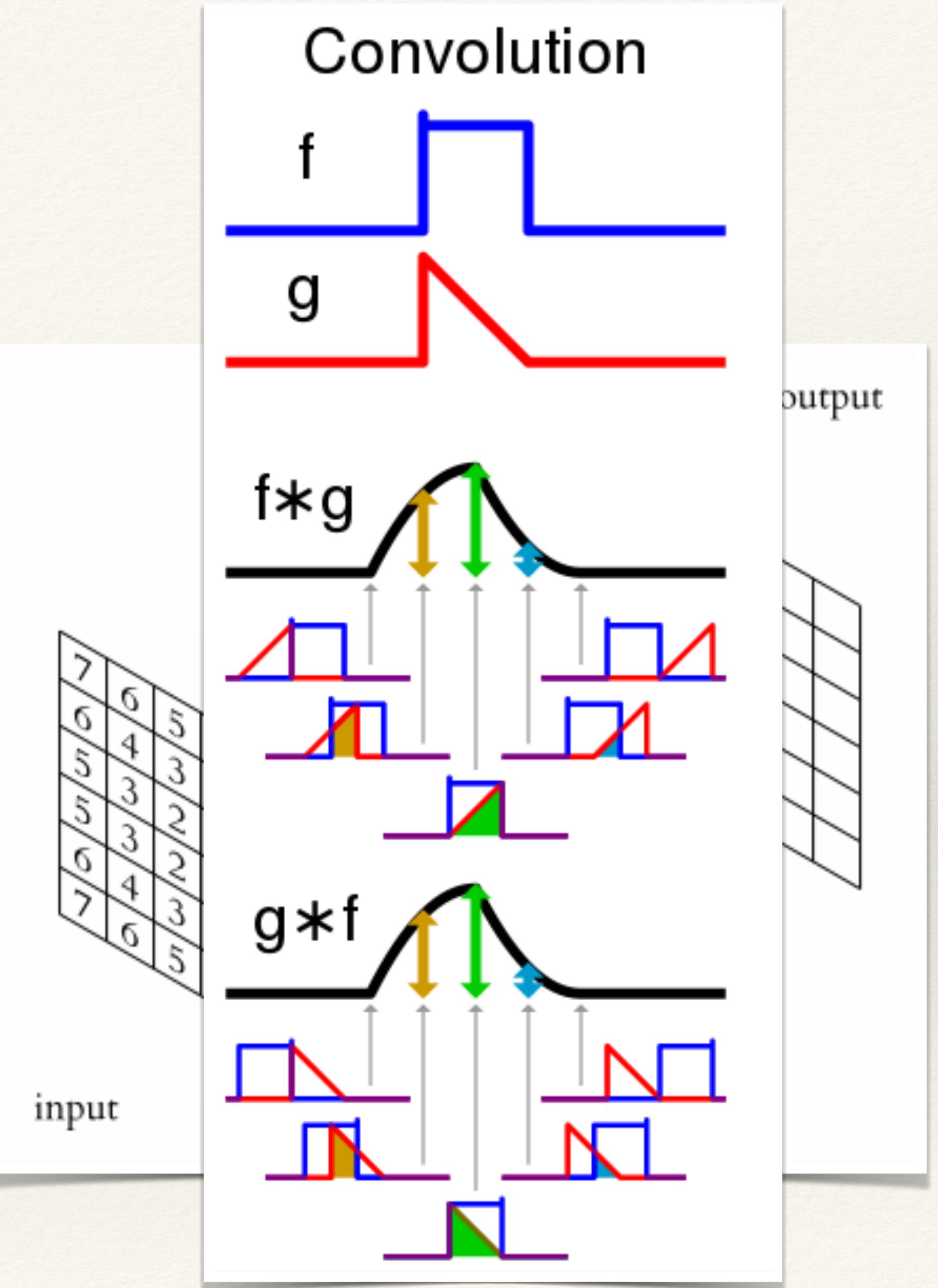
¿Qué son y por qué surgen?

- Hasta ahora no había relación entre los diferentes inputs
- Algunas variables presentan una **topología** natural (espacial)
- Hay casos en que se presenta **simetría**
 - Por ejemplo: Contraste y brillo, transformaciones afines (traslación, rotación, cizallado)
- La visión humana no funciona como una regresión multilineal (Foco: Visión computacional)
- Hay veces que se presenta **invarianza de escala**
- Importancia de las formas y los bordes (**topología/fase**) sobre los valores (**Intensidades**)
 - En física espectros e interferómetros suelen ser normalizados / Cristales fotónicos / Metamateriales
- Una red que aprenda características para entrenar una red feedforward

Les llamaremos filtros, Kernels o operadores de SOBEL

Convolución

- ❖ Expresa cómo la forma de uno es modificada por el otro. Se define como la integral del producto de las dos funciones después de que una se refleje sobre el eje y y se desplace
- ❖ Si tengo $f(x = p)$ y quiero desplazar la función $g(x)$ a ese valor debo hacer $g(x - p)$
- ❖ A **funciones continuas**: $(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t - \tau)d\tau$
- ❖ A **funciones discretas**: $(f * g)[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[m]g[n - m]$
- ❖ A **secuencias discretas**: $(f * g)[n] = \sum_{m=-M}^{M} f[m]g[n - m]$



Les llamaremos filtros, Kernels o operadores de SOBEL

Convolución

- ❖ Low pass filter: Suaviza la imagen quitando el ruido

Filtro promedio: $\begin{bmatrix} \frac{1}{N} & \dots & \frac{1}{N} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{N} & \dots & \frac{1}{N} \end{bmatrix}$

- ❖ Gradiente en x , G_x : Resultado del kernel

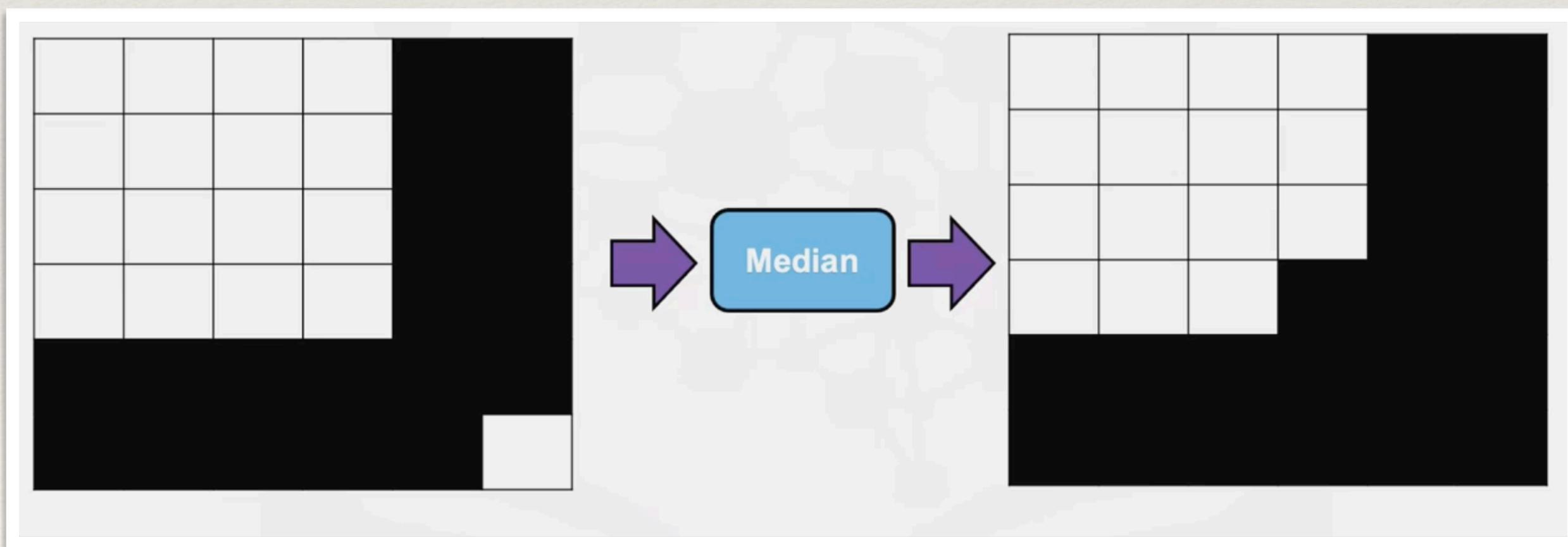
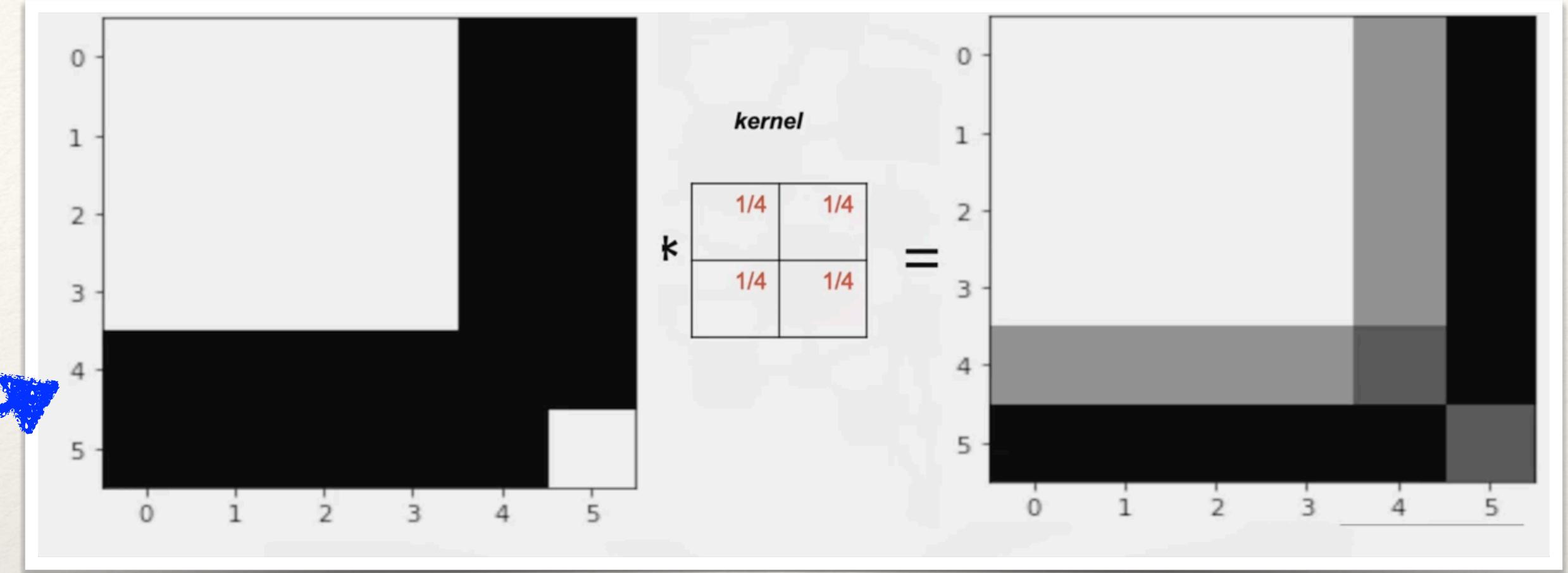
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

- ❖ Gradiente en y , G_y : Resultado del kernel

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

- ❖ Vector gradiente: $\mathbb{G} = [G_x, G_y]$ (G_x y G_y son matrices)

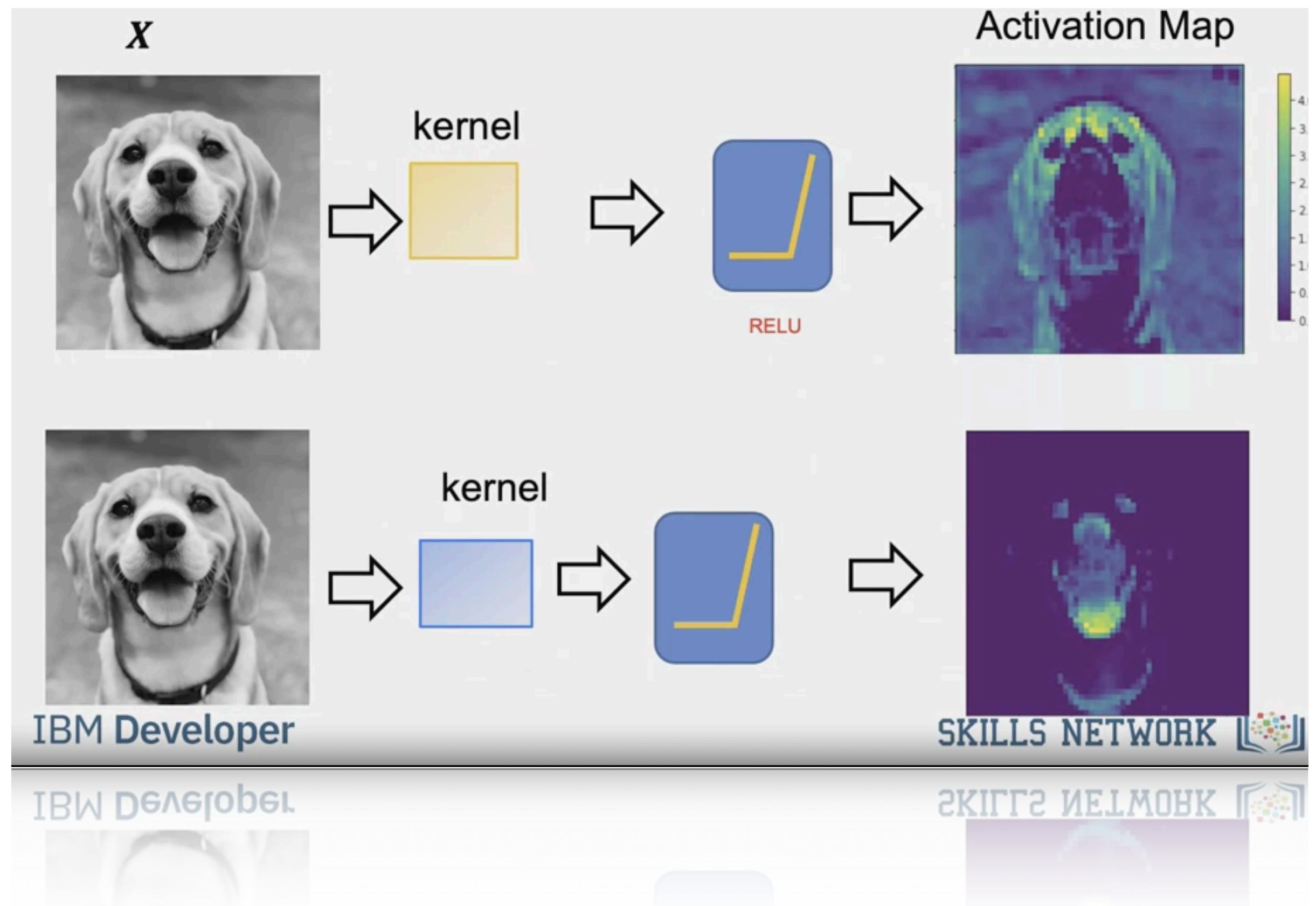
Filtro de mediana: $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

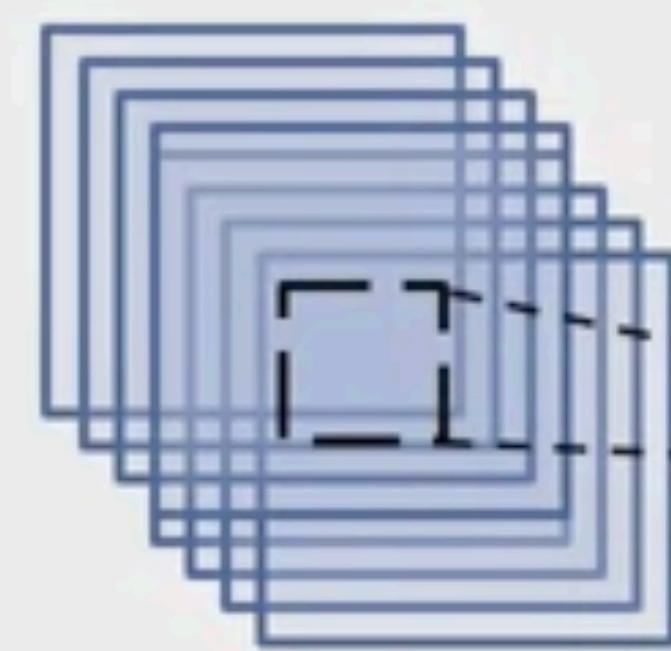
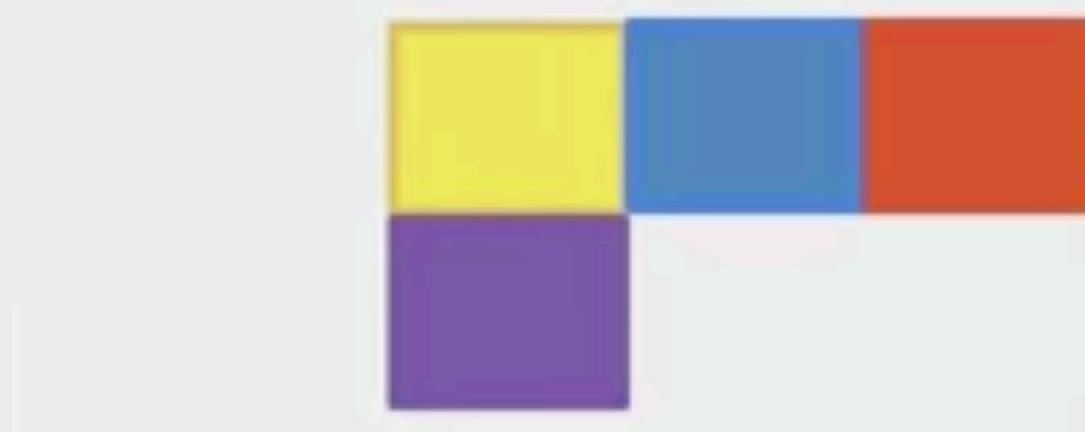
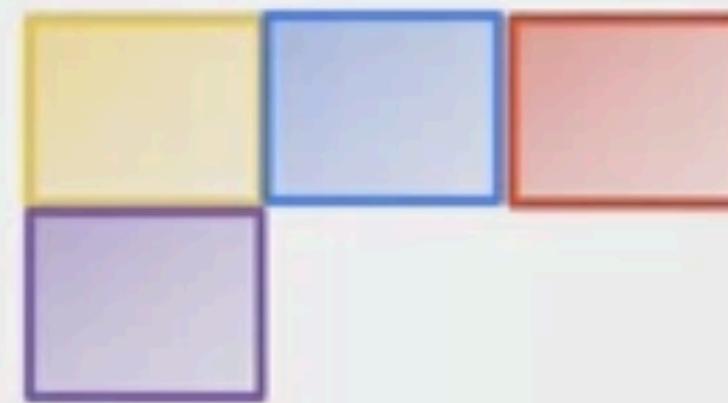
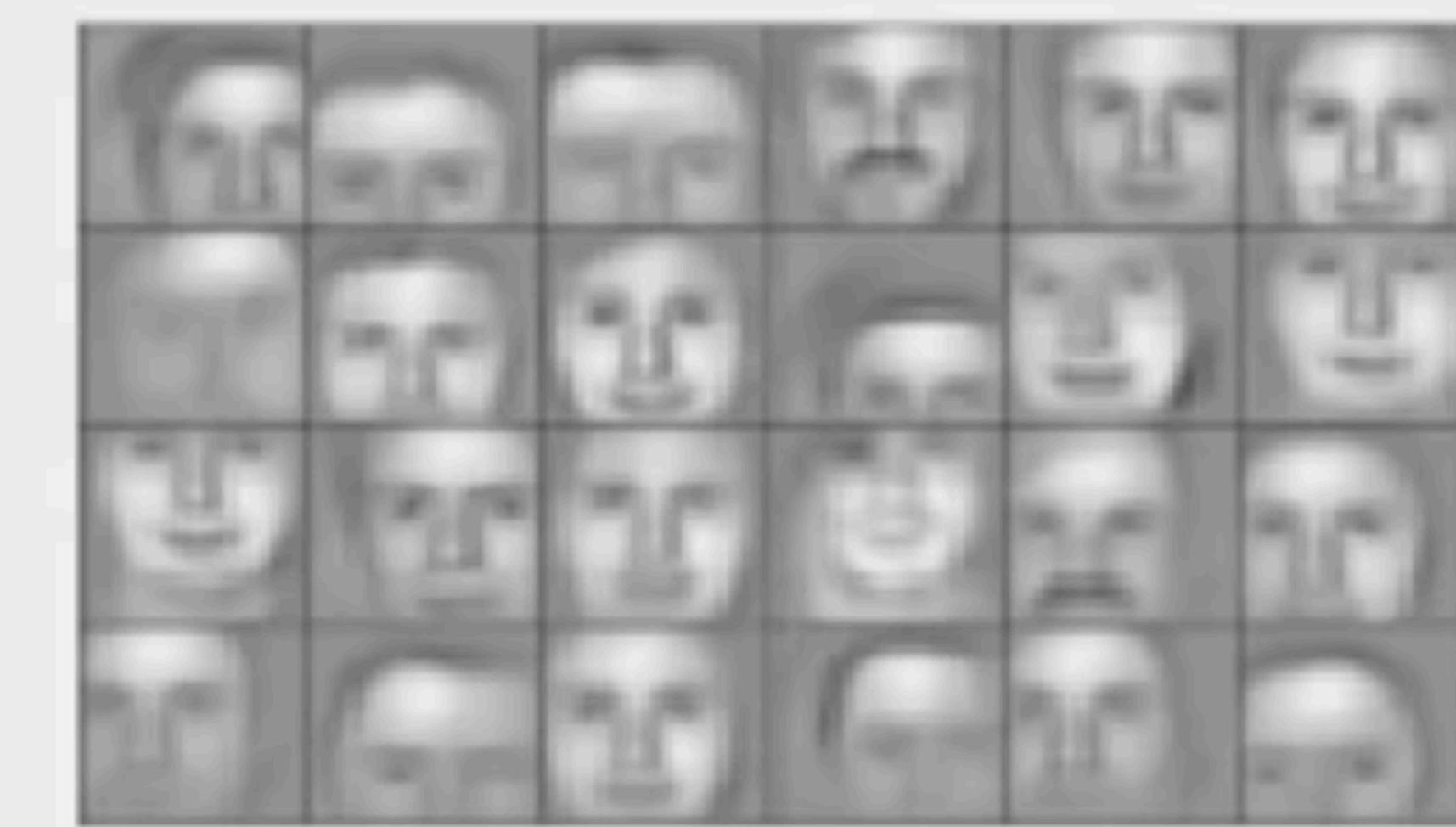
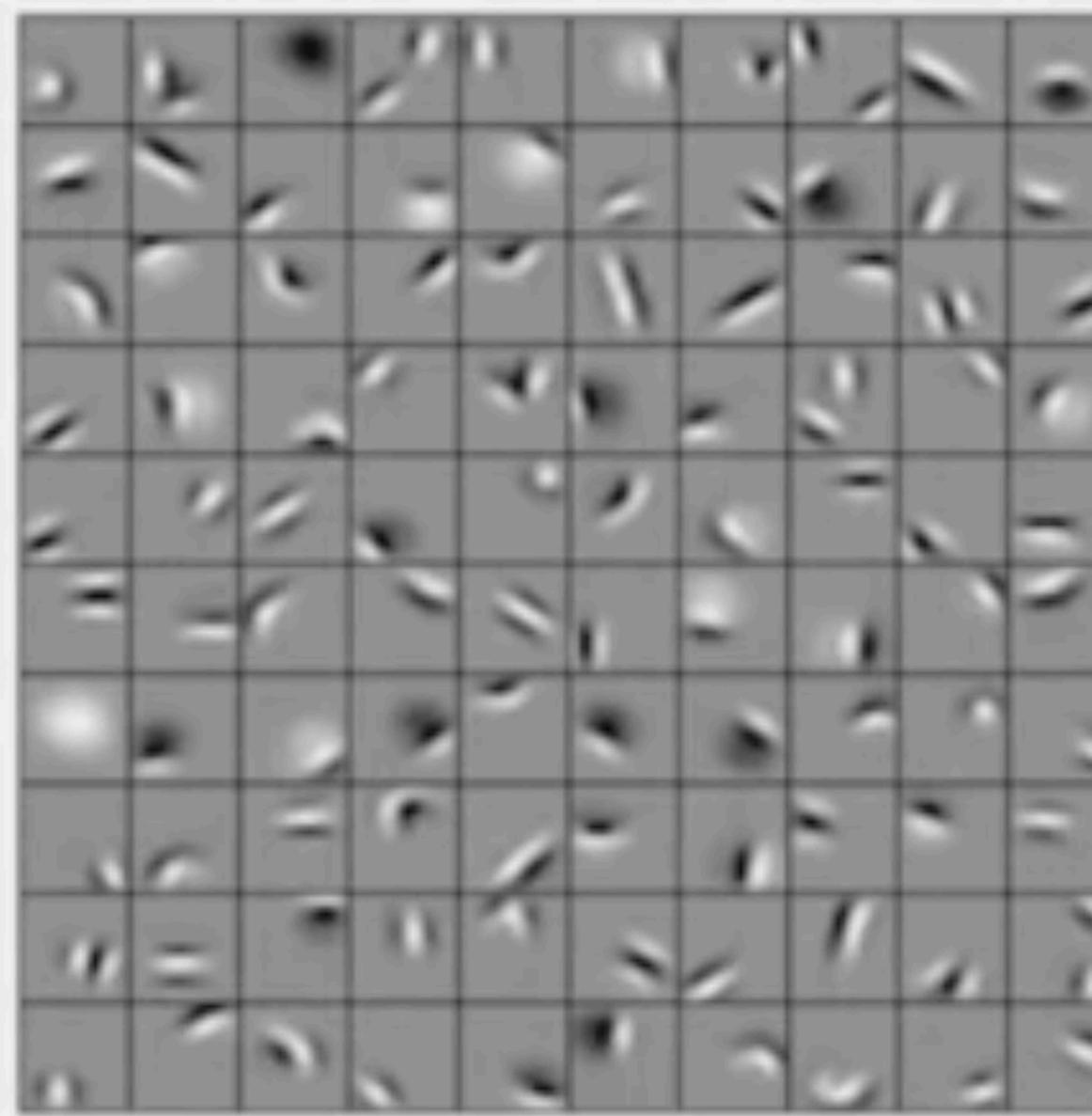


CNN

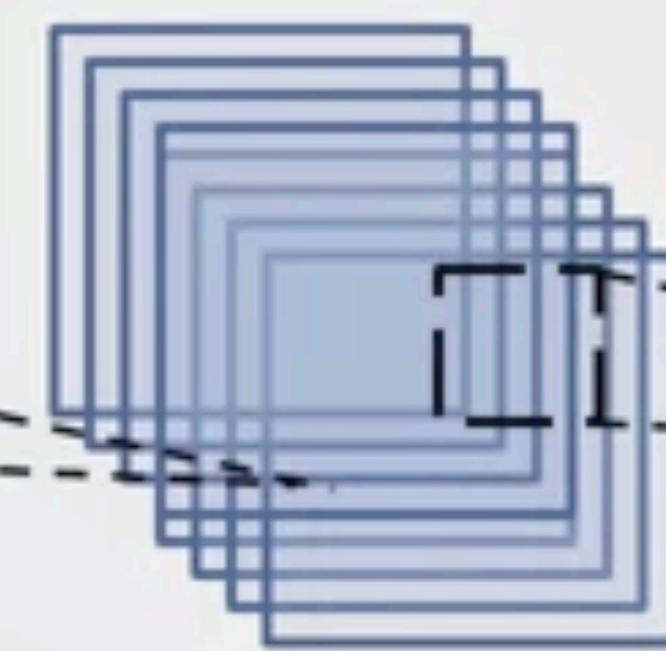
¿Cómo funcionan?

- Cambiamos las neuronas que hacían una combinación lineal a partir de unos pesos y bias por kernels que aplican convocaciones.
- Después de cada consolidación sale una imagen alterada, a la que se le aplica una función de activación → Mapa de activación
- Los mapas de activación son “nuevas características” sobre las que se puede entrenar el modelo
- Cada capa va generando características cada vez más complejas (Análogo a las derivadas en mecánica)
- Se pueden aplicar kernels a imágenes de varios canales

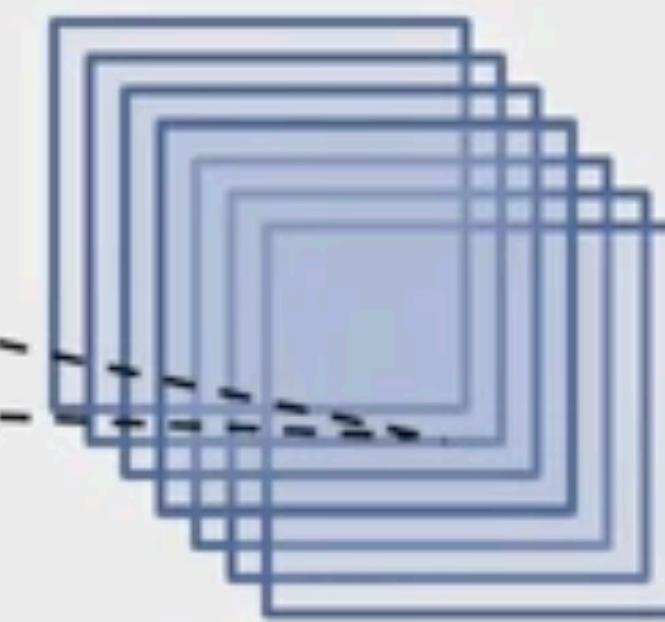
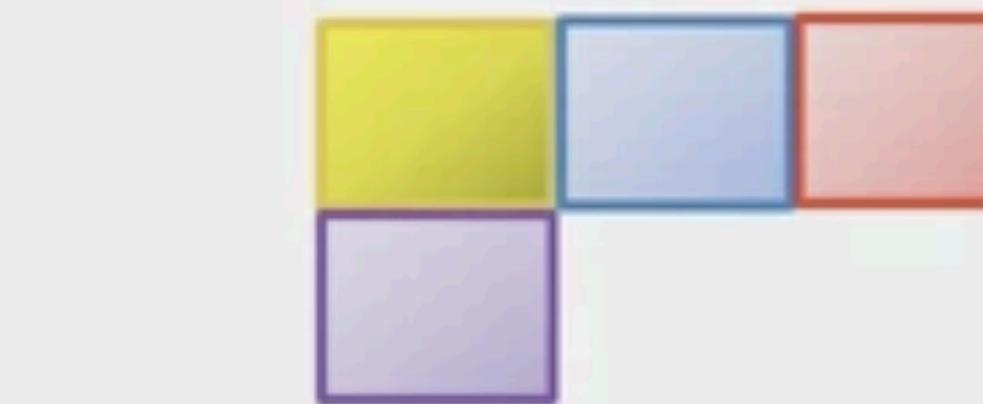




Convolution
+ RELU

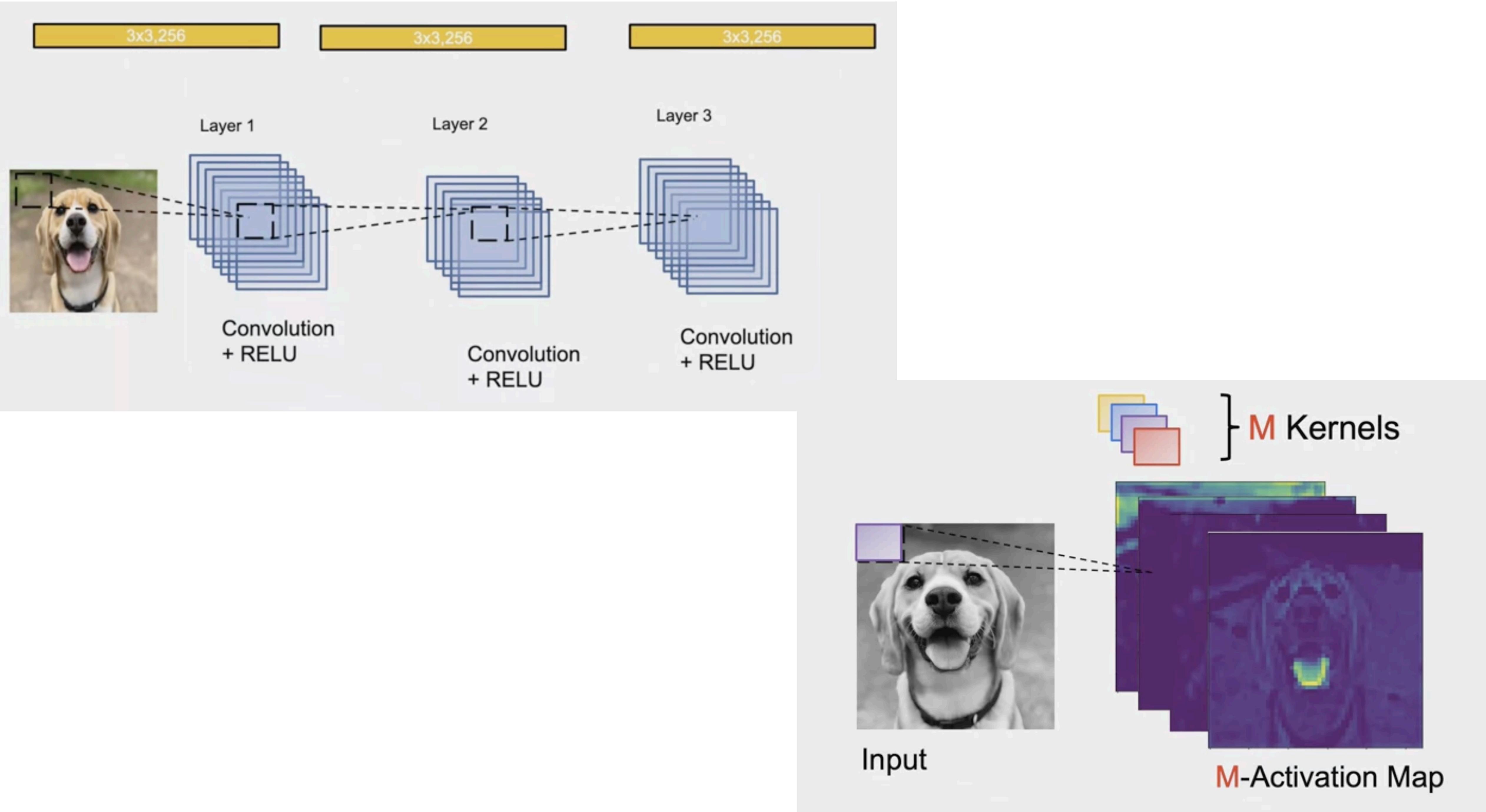


Convolution
+ RELU



Convolution
+ RELU

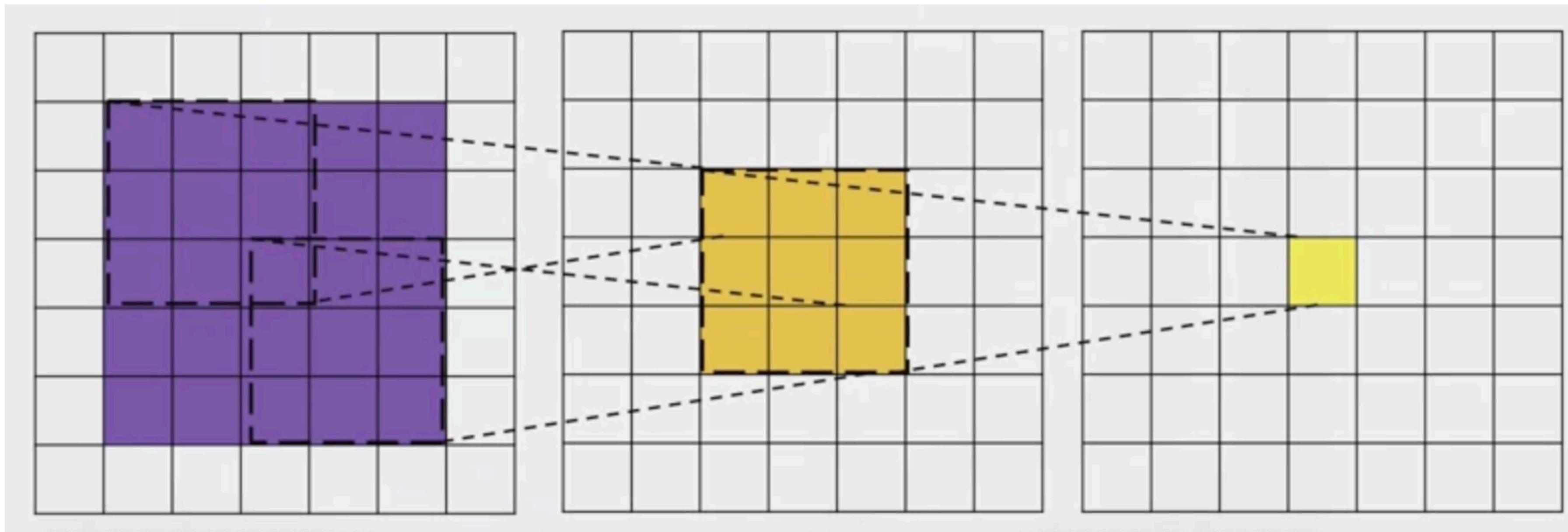




Receptive Field

Términos técnicos en CNN

- Receptive Field: El tamaño de la región de la imagen que genera un input en el mapa de activación
 - Se puede incrementar el receptive field agrandando el tamaño del kernel o añadiendo más layers (requiere menos parámetros)



Pooling

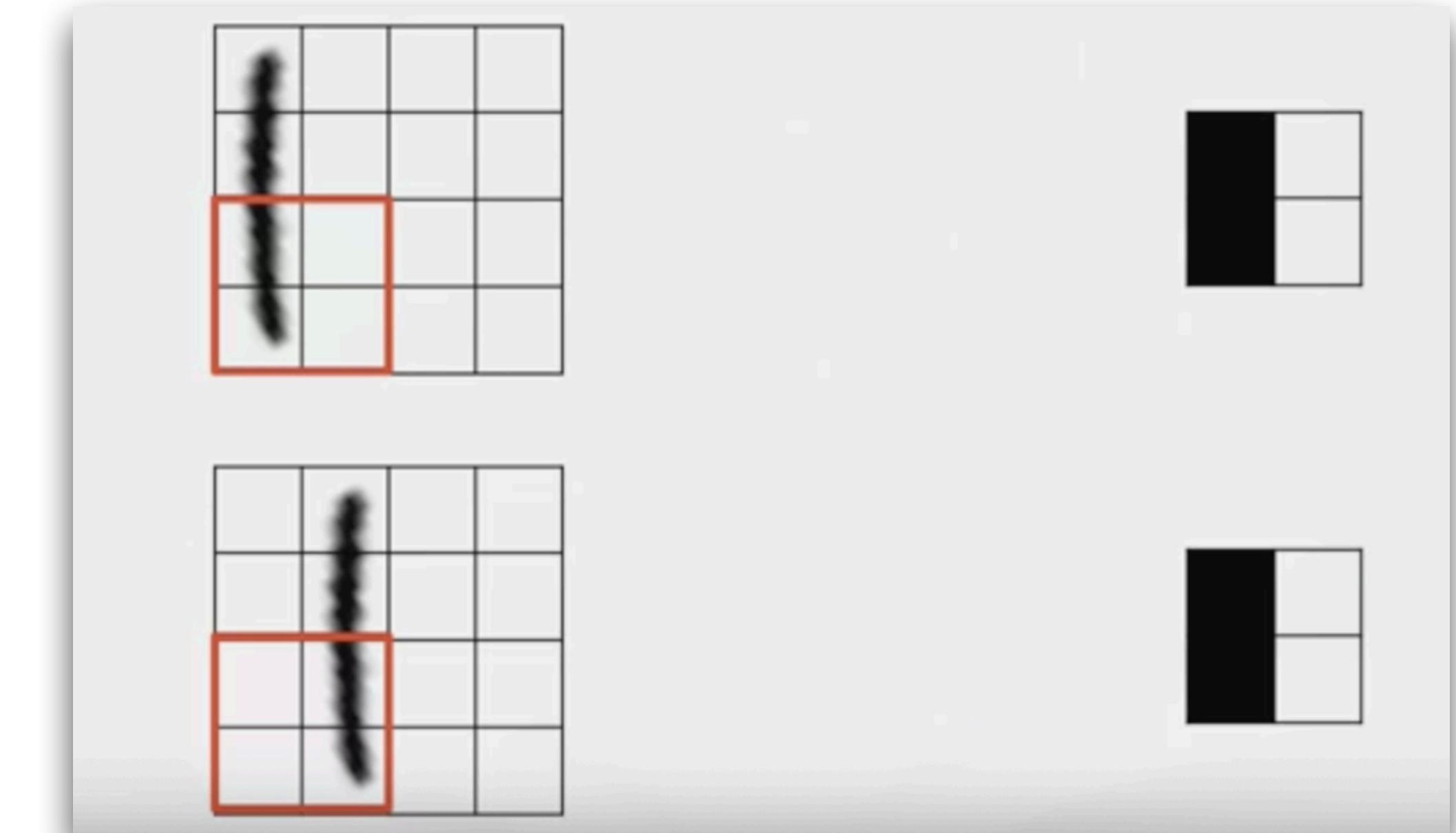
Una capa posterior a la CNN

- Ayuda a reducir el número de parámetros, reduce la influencia de traslaciones, aumenta el receptive field preservando las features importantes
- Se suelen usar el max pooling o el average pooling

1	0	0	0	0	1
0	1	6	0	1	6
3	0	1	1	0	0
1	0	3	0	1	0
0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0

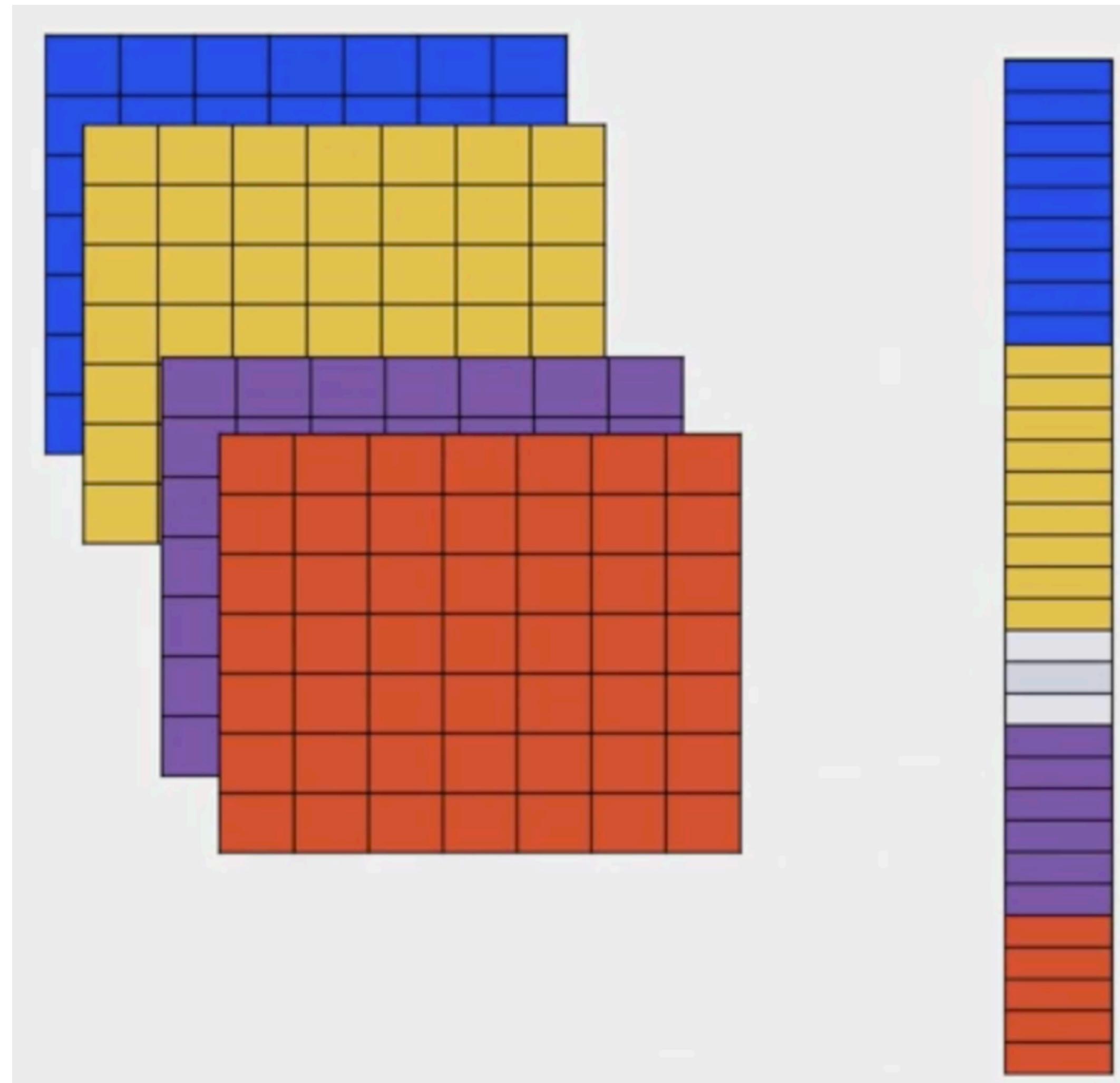
Max pooling with 2x2

6	9
3	1



Flatten Layer

Conexión entre las CNN y las Feedforward Neural Nets



CNN

¿Cómo se esquematizan?

