

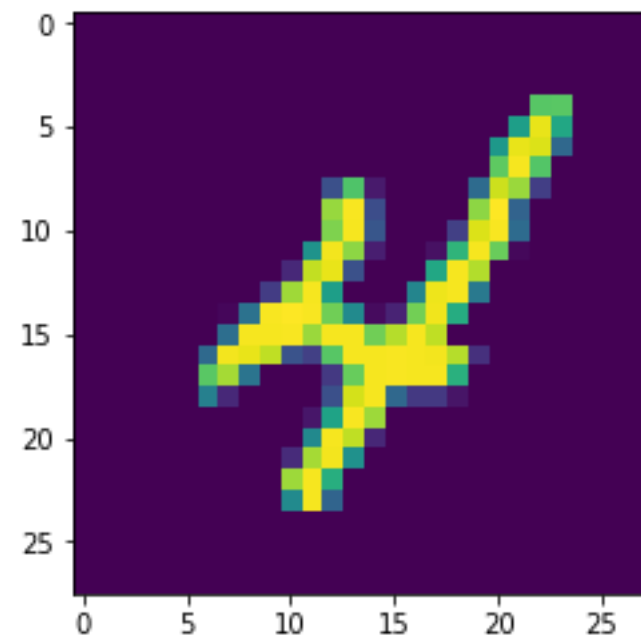
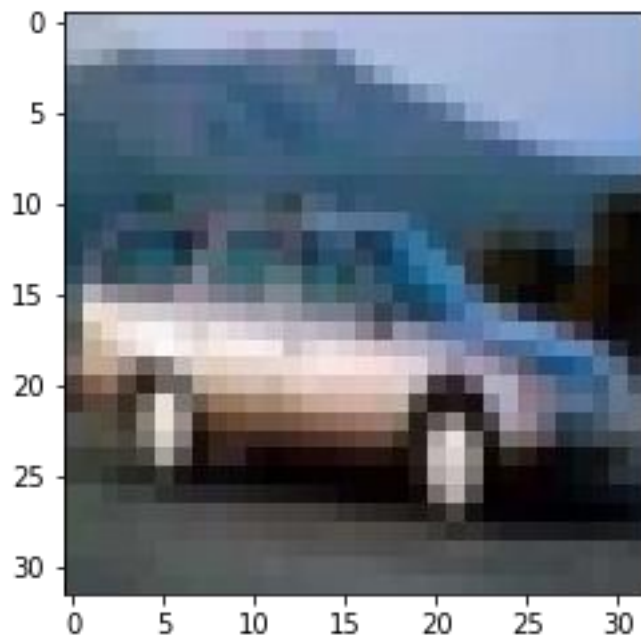
# Aprendizado de Máquina e Deep Learning

## Camadas convolucionais

Prof. Dr. Thiago Meirelles Ventura

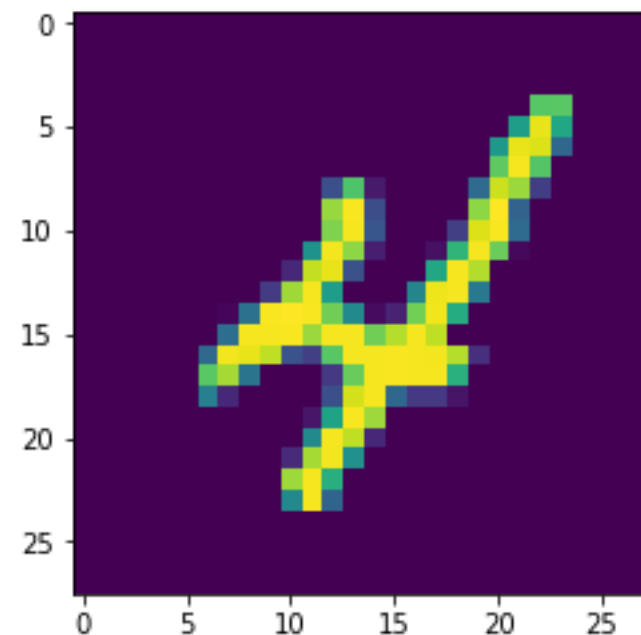
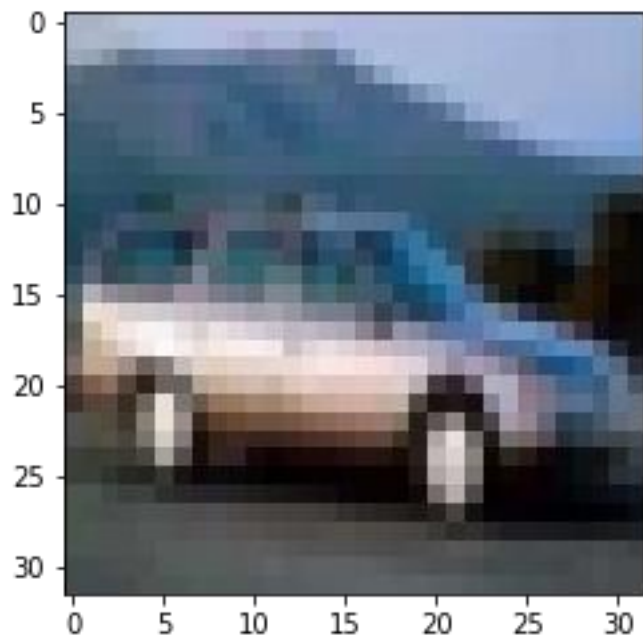
# Extração de características

Quais as características que representam os objetos abaixo?



# Extração de características

Quais características são extraídas pelas redes totalmente conectadas?



# Convolução

Usado no processamento de imagens para filtrar imagens

# Convolução

Usado no processamento de imagens para filtrar imagens

- Blur

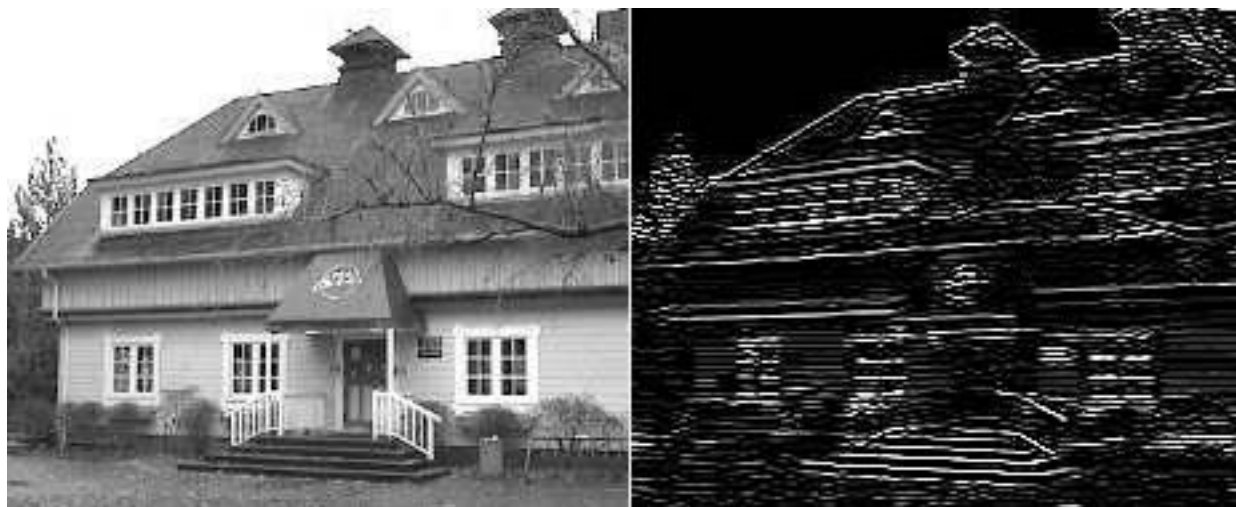


<http://aishack.in/tutorials/image-convolution-examples/>

# Convolução

Usado no processamento de imagens para filtrar imagens

- Line detection

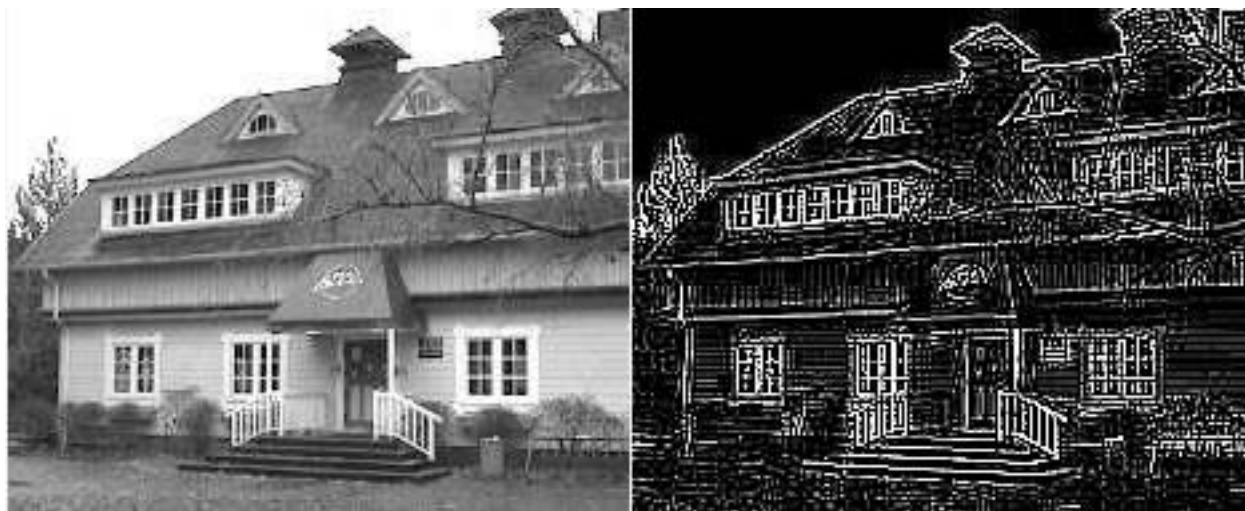


<http://aishack.in/tutorials/image-convolution-examples/>

# Convolução

Usado no processamento de imagens para filtrar imagens

- Edge detection



<http://aishack.in/tutorials/image-convolution-examples/>

# Convolução

Funcionamento: Aplicação de um kernel sobre a imagem. Dependendo da configuração do kernel, características diferentes serão extraídas



Imagem original

-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

Kernel



# Convolução

Funcionamento: Aplicação de um kernel sobre a imagem. Dependendo da configuração do kernel, características diferentes serão extraídas



Imagem original

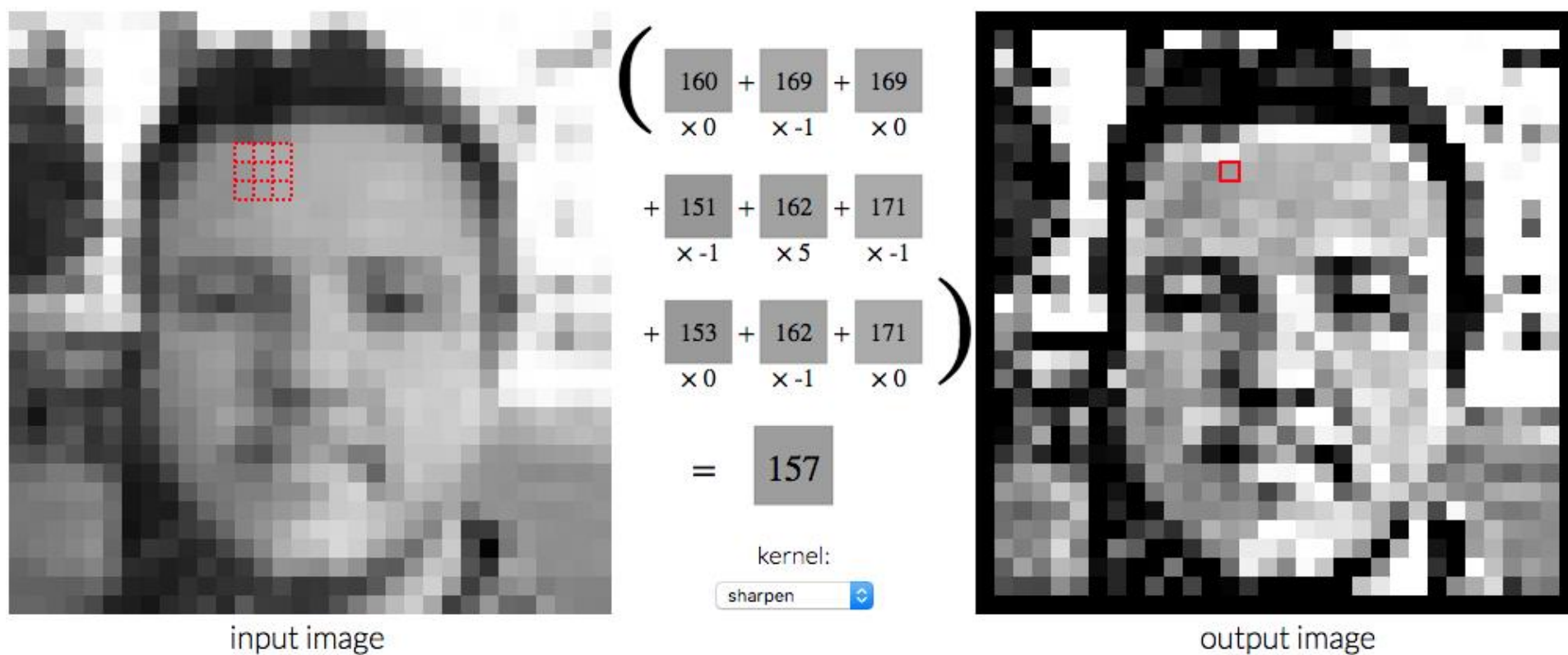
-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

Kernel



Resultado (feature map)

# Convolução



# Exercício 1

Explore a aplicação em <http://setosa.io/ev/image-kernels/>

Avalie como é gerada a imagem resultado

Altere os tipos de kernels para comparar os resultados

# Camada de convolução

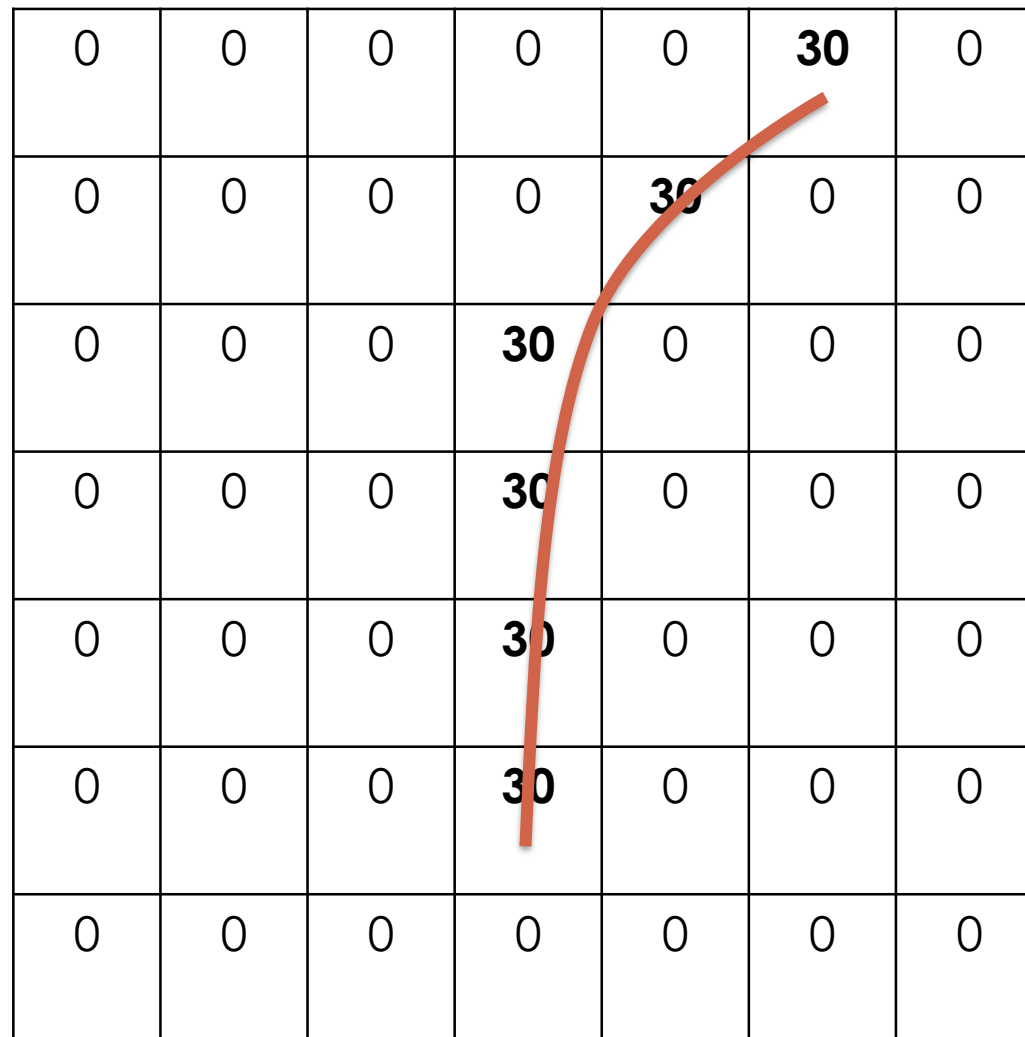
O que um kernel deste tipo  
tenta identificar?

0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

# Camada de convolução

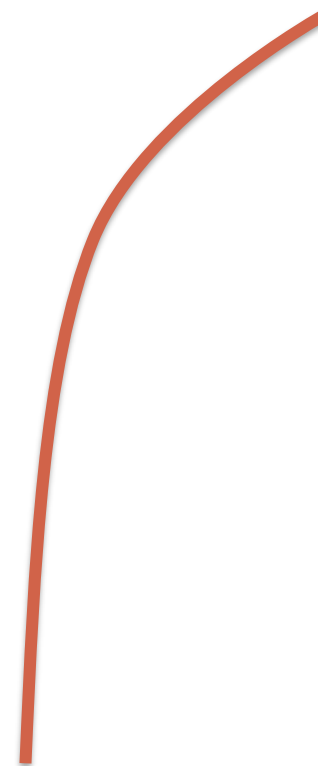
O que um kernel deste tipo  
tenta identificar?

0	0	0	0	0	<b>30</b>	0
0	0	0	0	<b>30</b>	0	0
0	0	0	<b>30</b>	0	0	0
0	0	0	<b>30</b>	0	0	0
0	0	0	<b>30</b>	0	0	0
0	0	0	<b>30</b>	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

A 7x7 grid of numbers. The values are 0 in most cells, and 30 in a diagonal sequence from the top-right to the bottom-left. The cells containing 30 are at (row, column) coordinates (1,6), (2,5), (3,4), (4,3), (5,3), and (6,3). A thick red curved line starts at the top-right '30' and curves downwards and to the left, passing through the other '30's.

# Camada de convolução

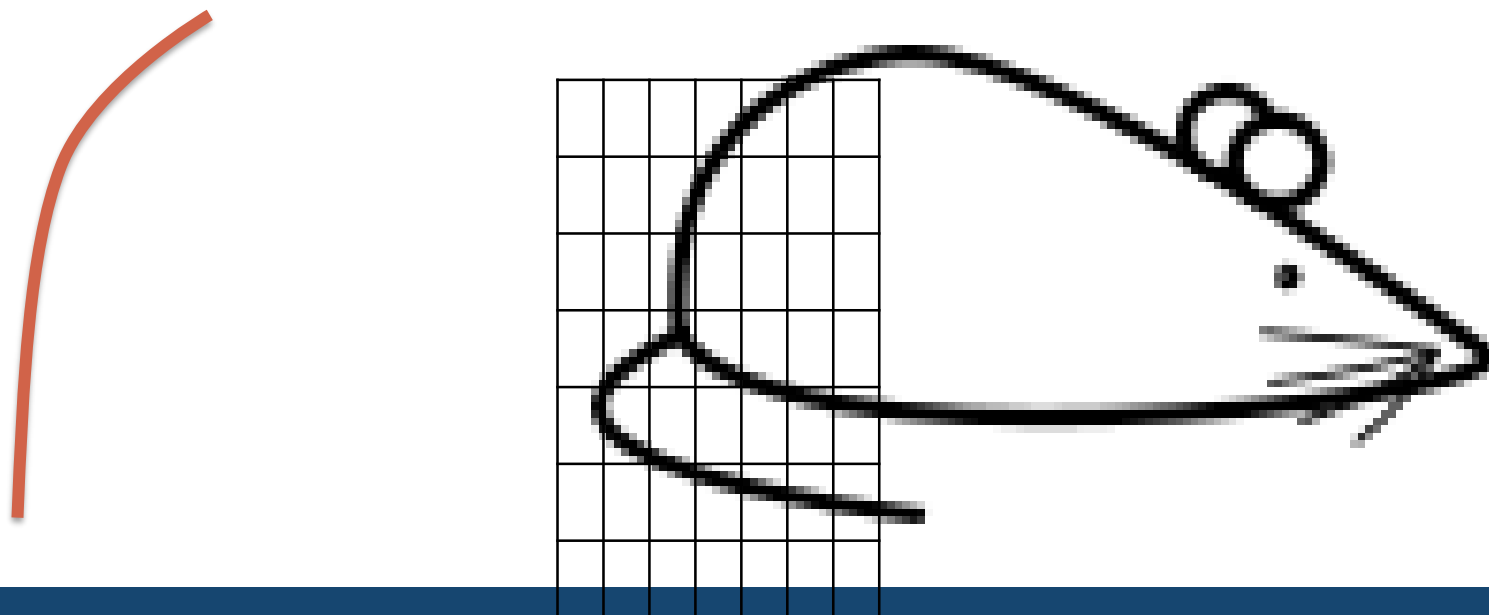
O que um kernel deste tipo  
tenta identificar?



# Camada de convolução

O que um kernel deste tipo tenta identificar?

- Valor resultante alto



# Camada de convolução

O que um kernel deste tipo tenta identificar?

- Valor resultante baixo





# Discussão

Será que apenas 1 kernel é suficiente para mapear todas as características de um objeto?

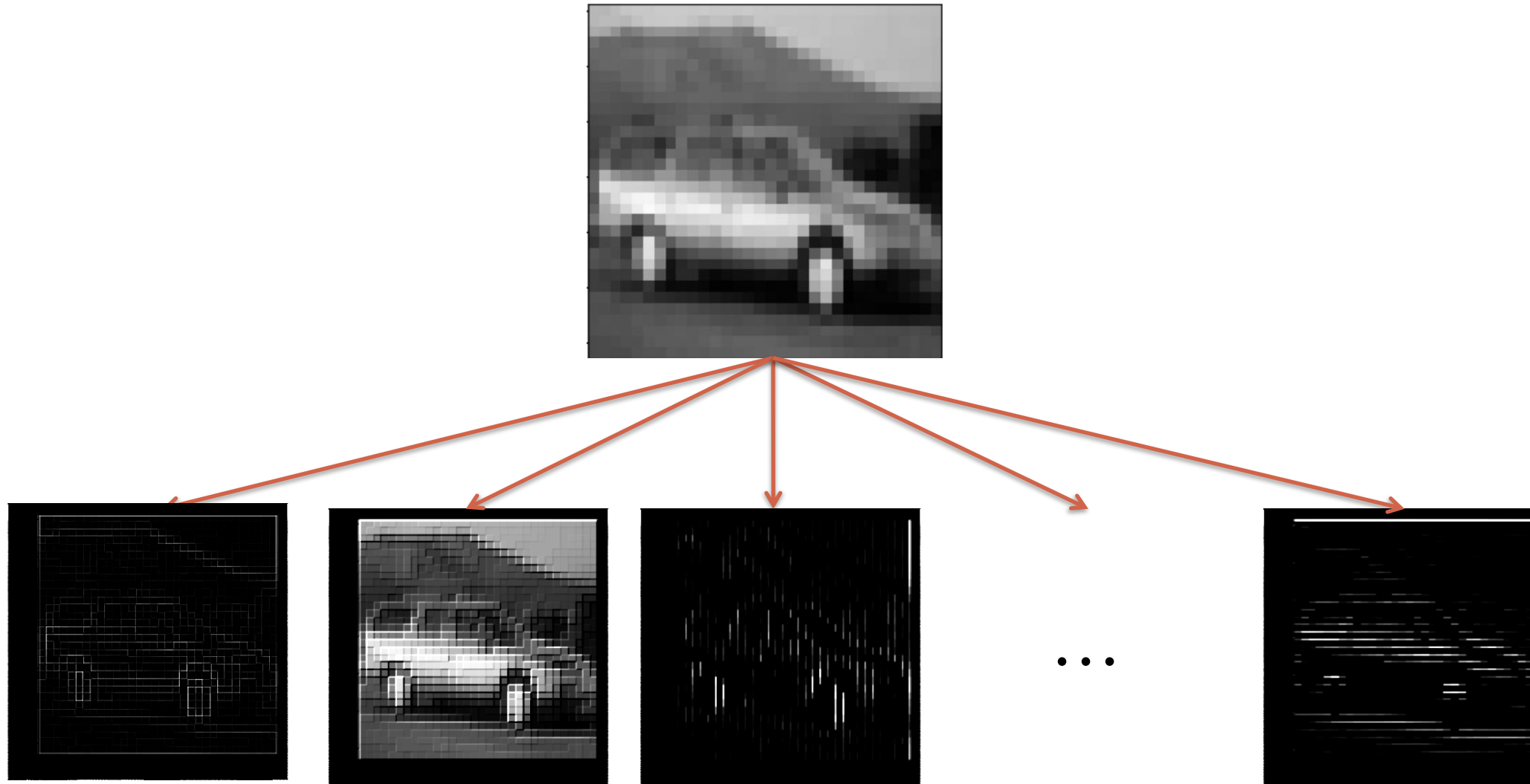
# Discussão

Será que apenas 1 kernel é suficiente para mapear todas as características de um objeto?

Provavelmente não

A camada de convolução trabalhará com vários kernels ao mesmo tempo

# Camada de convolução



- Quem define os kernels?

# Configuração dos filtros

- Size
- Stride
- Padding

# Configuração dos filtros

- Size

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

0	0	5	0	0
0	5	18	5	0
5	18	32	18	5
0	5	18	5	0
0	0	5	0	0

# Configuração dos filtros

- Stride

O quanto o kernel move em cada passo

Quanto maior o stride, menos os valores se sobrepõem

Saída com menor dimensão

# Configuração dos filtros

- Stride = 1

1	0	5	2	7	8	4
6	7	8	5	4	3	56
7	9	0	8	6	5	3
2	1	3	5	6	9	56
3	8	6	4	3	5	7
9	7	5	3	32	6	8
9	6	5	3	2	4	6

1	0	5	2	7	8	4
6	7	8	5	4	3	56
7	9	0	8	6	5	3
2	1	3	5	6	9	56
3	8	6	4	3	5	7
9	7	5	3	32	6	8
9	6	5	3	2	4	6



# Configuração dos filtros

- Stride = 2

1	0	5	2	7	8	4
6	7	8	5	4	3	56
7	9	0	8	6	5	3
2	1	3	5	6	9	56
3	8	6	4	3	5	7
9	7	5	3	32	6	8
9	6	5	3	2	4	6

1	0	5	2	7	8	4
6	7	8	5	4	3	56
7	9	0	8	6	5	3
2	1	3	5	6	9	56
3	8	6	4	3	5	7
9	7	5	3	32	6	8
9	6	5	3	2	4	6

# Configuração dos filtros

- Padding

Preenchimento com zeros

Pode ser utilizado para manter a dimensão

# Configuração dos filtros

- Padding

1	0	5	2	7	8	4
6	7	8	5	4	3	56
7	9	0	8	6	5	3
2	1	3	5	6	9	56
3	8	6	4	3	5	7
9	7	5	3	32	6	8
9	6	5	3	2	4	6

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	5	2	7	8	4	0
0	6	7	8	5	4	3	56	0
0	7	9	0	8	6	5	3	0
0	2	1	3	5	6	9	56	0
0	3	8	6	4	3	5	7	0
0	9	7	5	3	32	6	8	0
0	9	6	5	3	2	4	6	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

# Configuração dos filtros

- Tamanho da saída

$$n_{out} = \left\lfloor \frac{n_{in} + 2p - k}{s} \right\rfloor + 1$$

$n_{out}$  = tamanho da saída

$n_{in}$  = tamanho da entrada

$p$  = tamanho do padding

$k$  = tamanho do kernel

$s$  = tamanho do stride

# Exercício 2

Considere uma imagem com resolução 32x32

Na primeira camada de convolução é aplicado um filtro com essa configuração:

Size = 3

Stride = 2

Padding = 1

Qual a resolução após a aplicação do filtro?

# Camada de pooling

É comum adicionar uma camada de pooling após as camadas de convolução

Tem o objetivo de diminuir o tamanho das representações

Reduz quantidade de pesos

Controle de overfitting

É um downsampling

# Camada de pooling

Funcionamento:

Avalia uma área da matriz de dados

Seleciona a média dessa área, ou o maior valor, ou a mediana, ...

O valor selecionado será utilizado como parte da saída

# Camada de pooling

1	0	5	2	7	8
6	7	8	5	4	3
7	9	0	8	6	5
2	1	3	5	6	9
3	8	6	4	3	5
19	7	5	3	32	6

9	

Max pooling



# Camada de pooling

1	0	5	2	7	8
6	7	8	5	4	3
7	9	0	8	6	5
2	1	3	5	6	9
3	8	6	4	3	5
19	7	5	3	32	6

9	8

Max pooling

# Camada de pooling

1	0	5	2	7	8
6	7	8	5	4	3
7	9	0	8	6	5
2	1	3	5	6	9
3	8	6	4	3	5
19	7	5	3	32	6

9	8
19	

Max pooling

# Camada de pooling

1	0	5	2	7	8
6	7	8	5	4	3
7	9	0	8	6	5
2	1	3	5	6	9
3	8	6	4	3	5
19	7	5	3	32	6

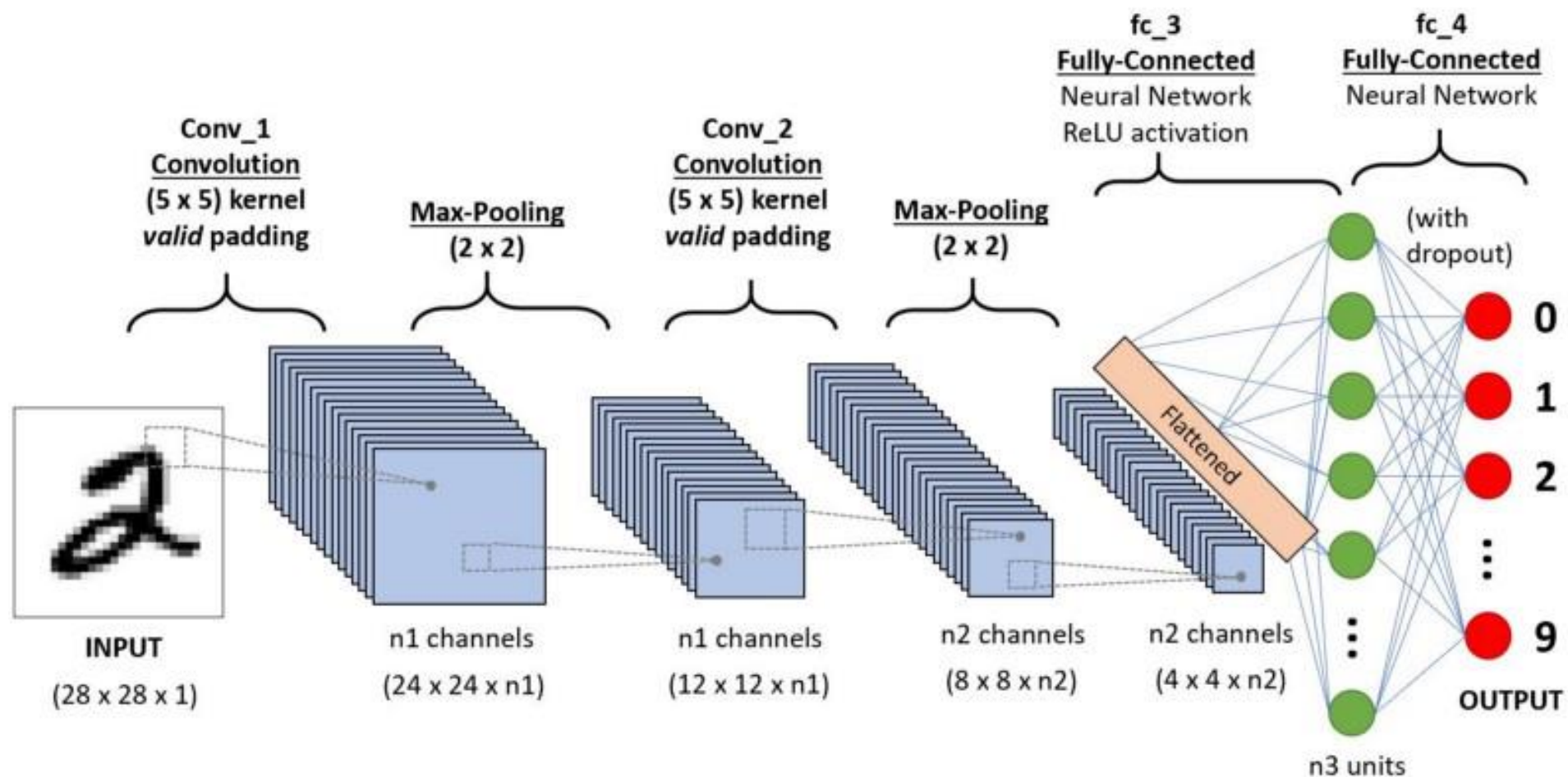
9	8
19	32

Max pooling

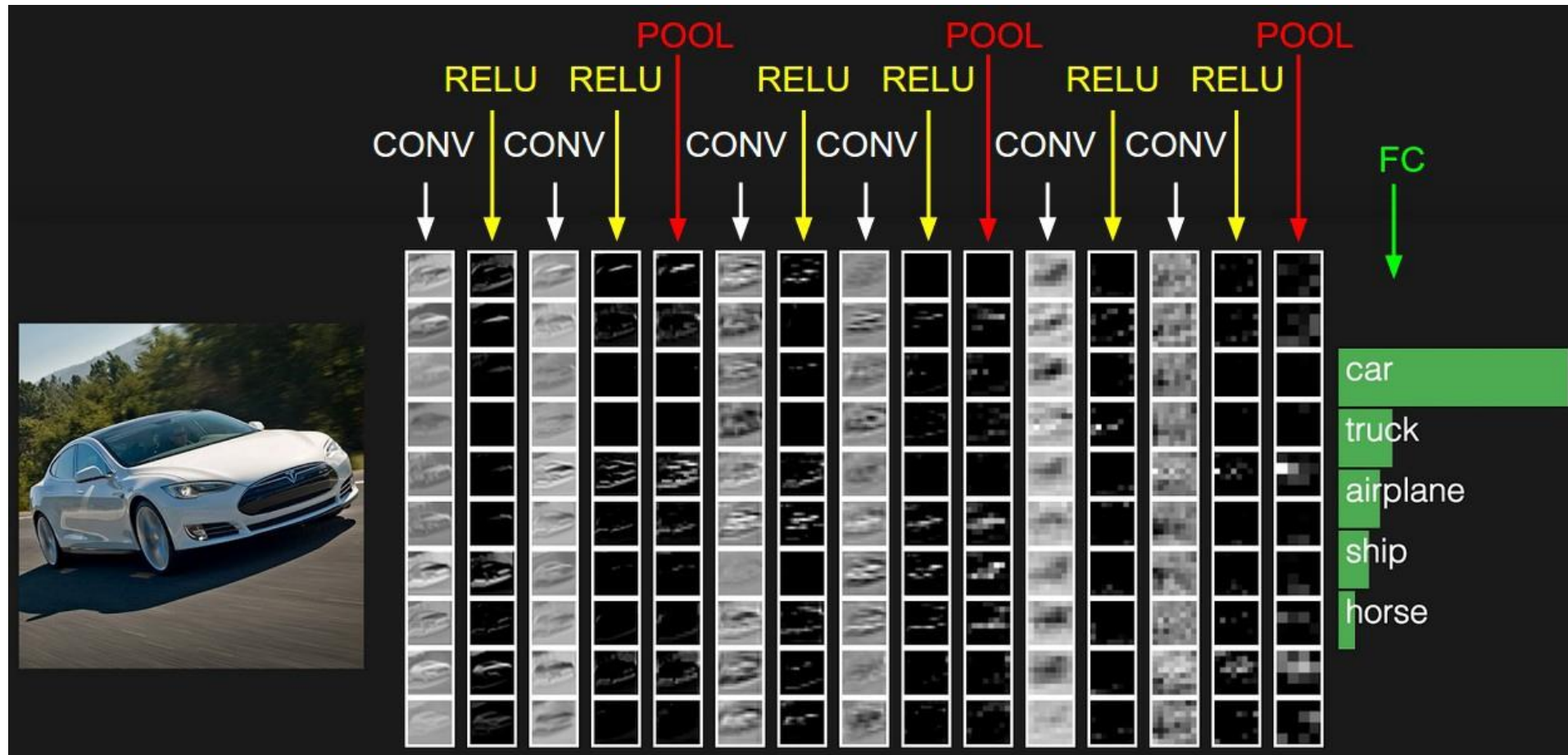
# Redes neurais convolucionais

- Rede neural que aproveita dos recursos das camadas convolucionais para compreender o conteúdo dos dados

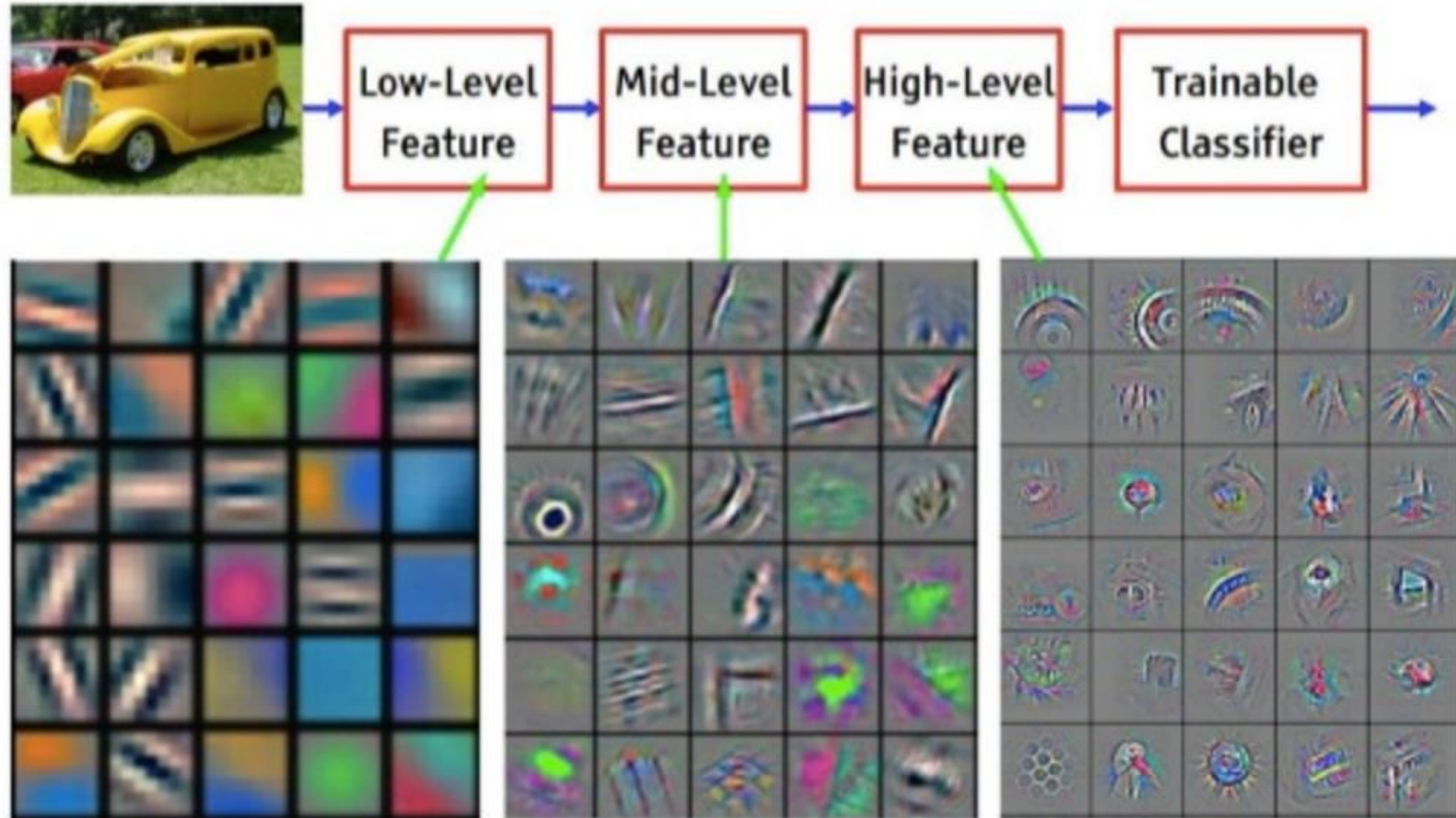
# Redes neurais convolucionais



# Redes neurais convolucionais



# Redes neurais convolucionais





# Exercício 3

Crie uma camada convolucional

Crie uma matriz 3x3 para ser o kernel

Carregue a base fashion\_mnist

Imagens 28x28 em escala de cinza

Selecione uma imagem

Processe a imagem com stride 1 e padding 0

Mostre o resultado em formato de imagem

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1