

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

## Reconocimiento de imágenes más complejas utilizando redes neuronales convolucionales

En esta actividad se llevará el reconocimiento de imágenes al siguiente nivel, reconociendo imágenes reales de Gatos y Perros para clasificar una imagen entrante como una u otra. En particular, algunos dataset como el reconocimiento de la escritura a mano agilizará el proceso al hacer que todas las imágenes tengan el mismo tamaño y forma, y todas fueran monocromo. Las imágenes del mundo real no son así... tienen diferentes formas, proporciones de aspecto, etc., ¡y normalmente son en color!

Así que, como parte de la tarea necesaria para el proceso de los datos... no es menos importante redimensionarlos para que tengan una forma uniforme.

Para completar esta actividad, se deben realizar los siguientes pasos:

1. Explorar los datos de ejemplo de gatos y perros
2. Preprocesar los datos
3. Construir y entrenar una red neuronal para reconocer la diferencia entre los dos
4. Evaluar la precisión del entrenamiento y la validación

### 1. Exploración de los datos

Comenzar descargando los datos de ejemplo, un .zip de 2.000 fotos JPG de gatos y perros, y extrayéndolo localmente en /tmp.

```
[1]: import urllib.request
url = 'https://storage.googleapis.com/mledu-datasets/
cats_and_dogs_filtered.zip'
filename = '/tmp/cats_and_dogs_filtered.zip'
urllib.request.urlretrieve(url, filename)
```

```
[1]: ('/tmp/cats_and_dogs_filtered.zip',
<http.client.HTTPMessage at 0x7fb9a5cbba60>)
```

El siguiente código en Python utiliza la biblioteca del OS para usar las bibliotecas del sistema operativo, proporcionando acceso al sistema de archivos, y la biblioteca de archivos zip, que permite descomprimir los datos.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
[2]: import os
import zipfile

local_zip = '/tmp/cats_and_dogs_filtered.zip'

zip_ref = zipfile.ZipFile(local_zip, 'r')

zip_ref.extractall('/tmp')
zip_ref.close()
```

A continuación se definen los directorios a utilizar para entrenar esta red neuronal

```
[3]: base_dir = '/tmp/cats_and_dogs_filtered'

train_dir = os.path.join(base_dir, 'train')
validation_dir = os.path.join(base_dir, 'validation')

# Directorio para la entrenamiento de las imagenes de gatos
train_cats_dir = os.path.join(train_dir, 'cats')

# Directorio para la validación de las imagenes de perros
train_dogs_dir = os.path.join(train_dir, 'dogs')

# Directorio para la validación de las imagenes de perros y gatos
validation_cats_dir = os.path.join(validation_dir, 'cats')
validation_dogs_dir = os.path.join(validation_dir, 'dogs')
```

Se observan los nombres de los archivos en los directorios de los entrenamientos de perros y gatos (las convenciones de nombres de archivos son las mismas en el directorio de validación):

```
[4]: train_cat_fnames = os.listdir( train_cats_dir )
train_dog_fnames = os.listdir( train_dogs_dir )

print(train_cat_fnames[:10])
```

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
print(train_dog_fnames[:10])
```

```
['cat.896.jpg', 'cat.897.jpg', 'cat.898.jpg', 'cat.899.jpg', 'cat.900.
↪jpg',
'cat.901.jpg', 'cat.902.jpg', 'cat.903.jpg', 'cat.904.jpg', 'cat.905.
↪jpg']
['dog.896.jpg', 'dog.897.jpg', 'dog.898.jpg', 'dog.899.jpg', 'dog.900.
↪jpg',
'dog.901.jpg', 'dog.902.jpg', 'dog.903.jpg', 'dog.904.jpg', 'dog.905.
↪jpg']
```

Se descubre el número total de imágenes de gatos y perros en los directorios de trenes y validación:

```
[5]: print('total training cat images :', len(os.listdir(
↪train_cats_dir ) ))
print('total training dog images :', len(os.listdir(
↪train_dogs_dir ) ))

print('total validation cat images :', len(os.listdir(
↪validation_cats_dir ) ))
print('total validation dog images :', len(os.listdir(
↪validation_dogs_dir ) ))
```

```
total training cat images : 1000
total training dog images : 1000
total validation cat images : 500
total validation dog images : 500
```

Se diseñará ahora una CNN para la clasificación de un problema binario (perros y gatos):

**Ejercicio 1 ( 5 puntos):** Diseñar una red neuronal convolucional para clasificar las imagenes de perros y gatos. Evaluar los requisitos de la red neuronal que se pide y construirla completando los parametros necesarios para que las capas de la red neuronal sean optimas para la tarea de clasificar los perros y gatos.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
[6]: import tensorflow as tf
# tu código para la red neuronal del ejercicio 1 aquí
model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.
↳Conv2D(16,(3,3),activation="relu",input_shape=[150,150,3]),
    tf.keras.layers.Conv2D(16,(3,3),activation="relu"),
    tf.keras.layers.MaxPool2D(2,2),
    tf.keras.layers.
↳Conv2D(32,(3,3),activation="relu",input_shape=[150,150,3]),
    tf.keras.layers.MaxPool2D(2,2),
    tf.keras.layers.
↳Conv2D(64,(3,3),activation="relu",input_shape=[150,150,3]),
    tf.keras.layers.MaxPool2D(2,2),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(512,activation="relu"),
    tf.keras.layers.Dense(1,activation="sigmoid")
])
```

Se comprueba el modelo:

```
[7]: model.summary()
```

Model: "sequential\_11"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_43 (Conv2D)	(None, 148, 148, 16)	448
conv2d_44 (Conv2D)	(None, 146, 146, 16)	2320
max_pooling2d_41 (MaxPoolin g2D)	(None, 73, 73, 16)	0

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

conv2d_45 (Conv2D)	(None, 71, 71, 32)	4640
max_pooling2d_42 (MaxPoolin g2D)	(None, 35, 35, 32)	0
conv2d_46 (Conv2D)	(None, 33, 33, 64)	18496
max_pooling2d_43 (MaxPoolin g2D)	(None, 16, 16, 64)	0
flatten_11 (Flatten)	(None, 16384)	0
dropout_6 (Dropout)	(None, 16384)	0
dense_21 (Dense)	(None, 512)	8389120
dense_22 (Dense)	(None, 1)	513

=====

Total params: 8,415,537

Trainable params: 8,415,537

Non-trainable params: 0

-----

**Ejercicio 2 (1 punto):** A continuación habrá que compilar el modelo, para ello usar el optimizador RMSprop, para el loss. Se debe tener en cuenta los elementos a clasificar, en este caso perros y gatos (un clasificador binario). Como métrica mostrar la precisión.

```
[8]: # tu código para la compilación del ejercicio 2 aquí
model.compile(loss='binary_crossentropy',
              optimizer='RMSprop',
              metrics=['accuracy'])
```

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

## 2. Preprocesamiento de los datos

Una buena practica cuando se trate de clasificar imagenes, es pretratar los datos (imagenes) para mejorar la precisión de la CNN

```
[9]: from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator

# Todas las imagenes tienen que ser reescaladas a 1./255.
train_datagen = ImageDataGenerator( rescale = 1.0/255. )
test_datagen = ImageDataGenerator( rescale = 1.0/255. )

# -----
# Flujo de imagenes de entrenamiento en batches de 20 usando el
↳ "train_datagen generator"
# -----
train_generator = train_datagen.flow_from_directory(train_dir,
                                                    batch_size=20,
                                                    class_mode='binary',
                                                    target_size=(150,
↳ 150))

# -----
# Flujo de imagenes de entrenamiento en batches de 20 usando el
↳ "test_datagen generator"
# -----
validation_generator = test_datagen.flow_from_directory(validation_dir,
                                                         batch_size=20,
                                                         class_mode =
↳ 'binary',
                                                         target_size =
↳ (150, 150))
```

Found 2000 images belonging to 2 classes.

Found 1000 images belonging to 2 classes.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

### 3. Construcción del modelo, entreno y validación

**Ejercicio 3 (1 puntos):** Para concluir la creación de la CNN para la clasificación de perros y gatos, falta entrenar la red neuronal. Para ello escribir, crear la variable “history” y guardar en esa variable el modelo entrenado de la CNN. Para el entrenamiento, se deberán definir los “step\_per\_epoch”, el número de “epochs”, el número de “validation\_steps” y usar “verbose=2”.

```
[10]: # tu código para la variable history que guarda el entrenamiento de
      la CNN del ejercicio 3 aquí

history = model.fit(
    train_generator,
    epochs=40,
    steps_per_epoch=len(train_generator),
    validation_data=validation_generator,
    validation_steps=len(validation_generator),
    verbose=2
)
```

Epoch 1/40

100/100 - 11s - loss: 0.7369 - accuracy: 0.5010 - val\_loss: 0.6822 -  
val\_accuracy: 0.5890 - 11s/epoch - 114ms/step

Epoch 2/40

100/100 - 11s - loss: 0.6720 - accuracy: 0.6005 - val\_loss: 0.5952 -  
val\_accuracy: 0.6920 - 11s/epoch - 108ms/step

Epoch 3/40

100/100 - 12s - loss: 0.5917 - accuracy: 0.6815 - val\_loss: 0.6034 -  
val\_accuracy: 0.6720 - 12s/epoch - 118ms/step

Epoch 4/40

100/100 - 12s - loss: 0.5445 - accuracy: 0.7305 - val\_loss: 0.5722 -  
val\_accuracy: 0.6990 - 12s/epoch - 123ms/step

Epoch 5/40

100/100 - 13s - loss: 0.4686 - accuracy: 0.7860 - val\_loss: 0.5456 -  
val\_accuracy: 0.7160 - 13s/epoch - 127ms/step

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 6/40

100/100 - 13s - loss: 0.4079 - accuracy: 0.8215 - val\_loss: 0.5782 -  
val\_accuracy: 0.7170 - 13s/epoch - 127ms/step

Epoch 7/40

100/100 - 13s - loss: 0.3360 - accuracy: 0.8490 - val\_loss: 0.5969 -  
val\_accuracy: 0.7310 - 13s/epoch - 129ms/step

Epoch 8/40

100/100 - 13s - loss: 0.2690 - accuracy: 0.8865 - val\_loss: 0.6766 -  
val\_accuracy: 0.7200 - 13s/epoch - 130ms/step

Epoch 9/40

100/100 - 13s - loss: 0.1992 - accuracy: 0.9150 - val\_loss: 0.7207 -  
val\_accuracy: 0.7470 - 13s/epoch - 131ms/step

Epoch 10/40

100/100 - 13s - loss: 0.1480 - accuracy: 0.9400 - val\_loss: 0.9141 -  
val\_accuracy: 0.7370 - 13s/epoch - 132ms/step

Epoch 11/40

100/100 - 12s - loss: 0.1109 - accuracy: 0.9530 - val\_loss: 1.1249 -  
val\_accuracy: 0.7130 - 12s/epoch - 119ms/step

Epoch 12/40

100/100 - 12s - loss: 0.0890 - accuracy: 0.9715 - val\_loss: 1.2589 -  
val\_accuracy: 0.7120 - 12s/epoch - 115ms/step

Epoch 13/40

100/100 - 13s - loss: 0.0614 - accuracy: 0.9755 - val\_loss: 1.3871 -  
val\_accuracy: 0.7090 - 13s/epoch - 127ms/step

Epoch 14/40

100/100 - 13s - loss: 0.0696 - accuracy: 0.9775 - val\_loss: 1.2580 -  
val\_accuracy: 0.7390 - 13s/epoch - 135ms/step

Epoch 15/40

100/100 - 14s - loss: 0.0633 - accuracy: 0.9810 - val\_loss: 1.3604 -  
val\_accuracy: 0.7200 - 14s/epoch - 139ms/step

Epoch 16/40

100/100 - 14s - loss: 0.0361 - accuracy: 0.9900 - val\_loss: 2.1253 -



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

val\_accuracy: 0.6940 - 14s/epoch - 136ms/step

Epoch 17/40

100/100 - 14s - loss: 0.0823 - accuracy: 0.9790 - val\_loss: 1.5125 -

val\_accuracy: 0.7320 - 14s/epoch - 138ms/step

Epoch 18/40

100/100 - 14s - loss: 0.0370 - accuracy: 0.9855 - val\_loss: 1.2671 -

val\_accuracy: 0.7120 - 14s/epoch - 138ms/step

Epoch 19/40

100/100 - 14s - loss: 0.0500 - accuracy: 0.9880 - val\_loss: 2.1272 -

val\_accuracy: 0.7330 - 14s/epoch - 139ms/step

Epoch 20/40

100/100 - 14s - loss: 0.0366 - accuracy: 0.9920 - val\_loss: 1.9251 -

val\_accuracy: 0.7290 - 14s/epoch - 136ms/step

Epoch 21/40

100/100 - 14s - loss: 0.0403 - accuracy: 0.9850 - val\_loss: 1.9910 -

val\_accuracy: 0.7290 - 14s/epoch - 142ms/step

Epoch 22/40

100/100 - 14s - loss: 0.0404 - accuracy: 0.9880 - val\_loss: 1.7393 -

val\_accuracy: 0.7280 - 14s/epoch - 142ms/step

Epoch 23/40

100/100 - 14s - loss: 0.0297 - accuracy: 0.9930 - val\_loss: 2.4265 -

val\_accuracy: 0.7370 - 14s/epoch - 144ms/step

Epoch 24/40

100/100 - 14s - loss: 0.0347 - accuracy: 0.9905 - val\_loss: 2.0139 -

val\_accuracy: 0.7180 - 14s/epoch - 143ms/step

Epoch 25/40

100/100 - 14s - loss: 0.0249 - accuracy: 0.9930 - val\_loss: 2.5965 -

val\_accuracy: 0.7270 - 14s/epoch - 139ms/step

Epoch 26/40

100/100 - 14s - loss: 0.0349 - accuracy: 0.9910 - val\_loss: 2.0292 -

val\_accuracy: 0.7440 - 14s/epoch - 144ms/step

Epoch 27/40

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

100/100 - 14s - loss: 0.0258 - accuracy: 0.9915 - val\_loss: 2.4989 -  
val\_accuracy: 0.7310 - 14s/epoch - 138ms/step

Epoch 28/40

100/100 - 14s - loss: 0.0238 - accuracy: 0.9930 - val\_loss: 2.6813 -  
val\_accuracy: 0.7480 - 14s/epoch - 140ms/step

Epoch 29/40

100/100 - 14s - loss: 0.0235 - accuracy: 0.9955 - val\_loss: 2.8259 -  
val\_accuracy: 0.6990 - 14s/epoch - 143ms/step

Epoch 30/40

100/100 - 14s - loss: 0.0432 - accuracy: 0.9890 - val\_loss: 3.1543 -  
val\_accuracy: 0.7010 - 14s/epoch - 142ms/step

Epoch 31/40

100/100 - 14s - loss: 0.0374 - accuracy: 0.9905 - val\_loss: 2.5555 -  
val\_accuracy: 0.7200 - 14s/epoch - 142ms/step

Epoch 32/40

100/100 - 14s - loss: 0.0135 - accuracy: 0.9955 - val\_loss: 2.8078 -  
val\_accuracy: 0.7270 - 14s/epoch - 139ms/step

Epoch 33/40

100/100 - 14s - loss: 0.0239 - accuracy: 0.9935 - val\_loss: 4.1154 -  
val\_accuracy: 0.7020 - 14s/epoch - 138ms/step

Epoch 34/40

100/100 - 14s - loss: 0.0186 - accuracy: 0.9980 - val\_loss: 3.8113 -  
val\_accuracy: 0.7320 - 14s/epoch - 142ms/step

Epoch 35/40

100/100 - 14s - loss: 0.0371 - accuracy: 0.9895 - val\_loss: 3.4118 -  
val\_accuracy: 0.7230 - 14s/epoch - 138ms/step

Epoch 36/40

100/100 - 14s - loss: 0.0343 - accuracy: 0.9920 - val\_loss: 2.6777 -  
val\_accuracy: 0.7380 - 14s/epoch - 140ms/step

Epoch 37/40

100/100 - 14s - loss: 0.0162 - accuracy: 0.9930 - val\_loss: 3.3920 -  
val\_accuracy: 0.7310 - 14s/epoch - 138ms/step

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 38/40

100/100 - 14s - loss: 0.0265 - accuracy: 0.9920 - val\_loss: 3.9839 -  
val\_accuracy: 0.7360 - 14s/epoch - 137ms/step

Epoch 39/40

100/100 - 14s - loss: 0.0184 - accuracy: 0.9955 - val\_loss: 3.7491 -  
val\_accuracy: 0.7460 - 14s/epoch - 138ms/step

Epoch 40/40

100/100 - 14s - loss: 0.0259 - accuracy: 0.9935 - val\_loss: 4.2365 -  
val\_accuracy: 0.7340 - 14s/epoch - 140ms/step

#### 4. Evaluando la precisión y la pérdida del modelo

```
[11]: #-----
# Recuperar una lista de resultados de la lista de datos de los
# conjuntos de entrenamiento y pruebas para cada epoch de
# entrenamiento
#-----

import matplotlib.pyplot as plt

acc = history.history['accuracy']
val_acc = history.history['val_accuracy']
loss = history.history['loss']
val_loss = history.history['val_loss']

epochs = range(len(acc))

#-----
# Imprimir la precisión del entrenamiento y validación por epoch
#-----

plt.plot(epochs, acc, 'bo', label='Training accuracy')
plt.plot(epochs, val_acc, 'b', label='Validation accuracy')
plt.title('Precisión de entrenamiento y validación')
```

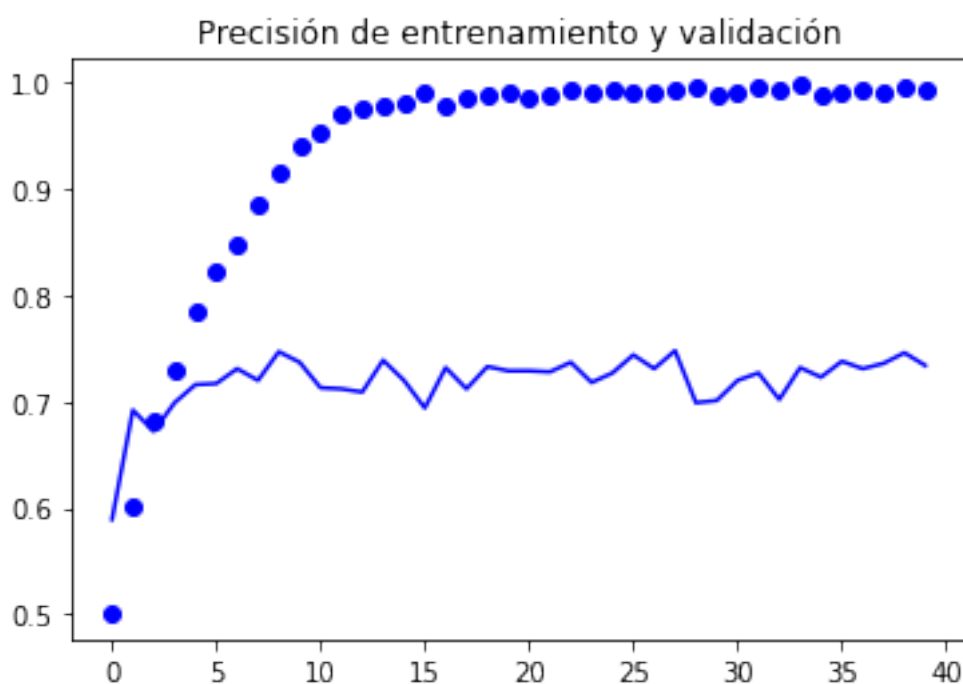
Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
plt.figure()

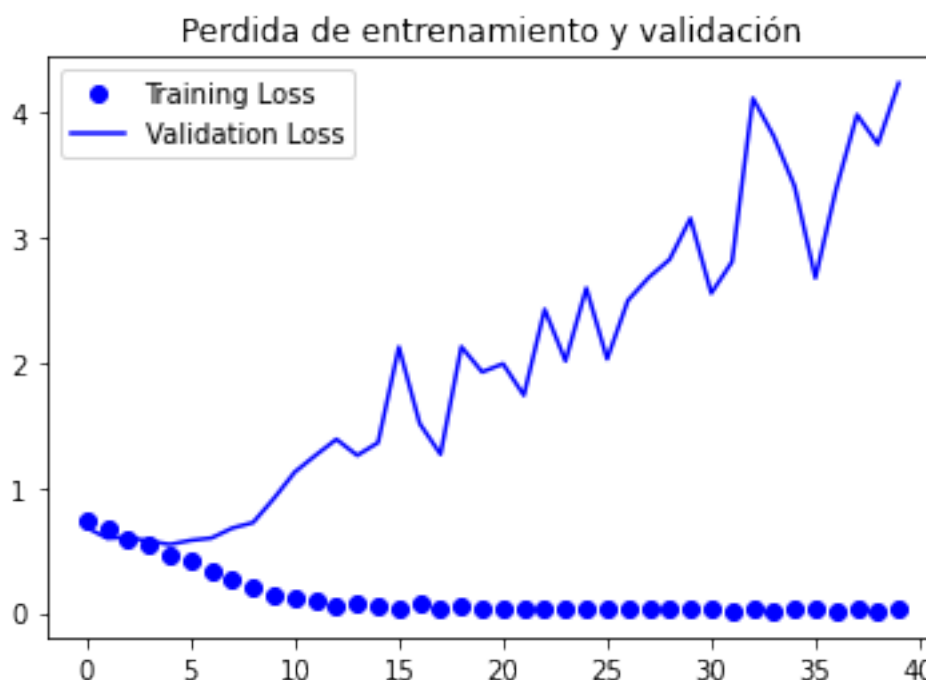
#-----
# Imprimir la perdida de entrenamiento y validación por epoch
#-----

plt.plot(epochs, loss, 'bo', label='Training Loss')
plt.plot(epochs, val_loss, 'b', label='Validation Loss')
plt.title('Perdida de entrenamiento y validación')
plt.legend()

plt.show()
```



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022



Como se puede observar, este es un claro ejemplo de overfitting, algo que naturalmente se quiere evitar para que las redes neuronales sean lo más precisas posibles.

**Ejercicio 4 (3 puntos):** Para solucionar este problema, se debe rehacer algunas partes del código anterior utilizando las técnicas de regularización aprendidas en clase, como el data augmentation.

*Consejo:* Volver a escribir otra vez todas las secciones y cambiar el código necesario aplicando las técnicas de regularización elegidas. Se debe recordar que este tipo de técnicas se suele usar en el preprocesamiento de los datos.

*Aclaración:* Se espera que al menos se use una de las técnicas de regularización aprendidas en clase. Se valorará positivamente razonar el motivo del uso de la técnica escogida (o escogidas en el caso de ser varias) y no las otras.

A modo orientativo, se espera obtener un resultado gráfico similar a este:

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

## 5. Corrección

Primero se mejora el generador de imágenes. Este generador es muy popular, es usado incluso en el material de clase del curso. Permite tener diversas variantes de la misma imagen.

```
[12]: ### Tu código aquí para la reducción del overfitting del ejercicio 4
      ↪ aquí ###

      # Importar todas las librerías necesarias para esta sección
      from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
      from tensorflow.keras.callbacks import TensorBoard, EarlyStopping
      import gc
      import numpy as np
      import tensorflow as tf
```

```
[13]: # Todas las imagenes tienen que ser reescaladas a 1./255.

train_datagen = ImageDataGenerator(
    rescale = 1.0/255.,
    horizontal_flip=True,
    vertical_flip=True,
    zoom_range=0.2,
    shear_range=0.7,
    height_shift_range=0.2,
    width_shift_range=0.2,
    rotation_range=40,
    brightness_range=[0.8,1.2],
    fill_mode="nearest"
)

test_datagen = ImageDataGenerator( rescale = 1.0/255.)

# -----
# Flujo de imagenes de entrenamiento en batches de 20 usando el
↪ "train_datagen generator"
# -----
```

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```

train_generator = train_datagen.flow_from_directory(train_dir,
                                                    batch_size=100,
                                                    class_mode='binary',
                                                    shuffle=True,
                                                    target_size=(150,
↪150))

# -----
# Flujo de imágenes de entrenamiento en batches de 20 usando el
↪ "test_datagen generator"
# -----
validation_generator = test_datagen.flow_from_directory(validation_dir,
                                                         batch_size=100,
                                                         class_mode =
↪ 'binary',
                                                         target_size =
↪ (150, 150))

```

Found 2000 images belonging to 2 classes.

Found 1000 images belonging to 2 classes.

Para examinar los resultados de este ejercicio se usará la herramienta TensorBoard, que permite generar gráficas mientras aprende la red neuronal. Además, permite comparar fácilmente los gráficos obtenidos.

Ahora mismo TensorBoard muestra los resultados de la presente práctica, mismos que serán sobrescritos si se ejecutan los modelos posteriores a la siguiente celda<sup>1</sup>.

```

[14]: # Iniciar tensorboard
# Se creará una ventana, podrá seguir desde ahí el avance de los
↪ modelos.
# Se pueden observar los detalles con mayor comodidad en http://
↪ localhost:6006

```

<sup>1</sup>En este documento PDF se agregarán las imágenes de las gráficas de Tensorboard en los lugares pertinentes del texto.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
%load_ext tensorboard
%tensorboard --logdir out/logs
```

<IPython.core.display.HTML object>

Se crean algunos callbacks que sirven para que TensorBoard registre la información con la cual funcionará.

```
[15]: # Callbacks para el uso de tensorboard

cb_m0 = tf.keras.callbacks.TensorBoard(log_dir='out/logs/m0',
    histogram_freq=1)

cb_m1 = tf.keras.callbacks.TensorBoard(log_dir='out/logs/m1',
    histogram_freq=1)
```

## 5.1. Modelo 0 o modelo de referencia

Primero se probará la misma red neuronal con el nuevo aumento de datos y se observará cual su mejora.

```
[16]: model.summary()
```

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 148, 148, 16)	448
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 146, 146, 16)	2320
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 73, 73, 16)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 71, 71, 32)	4640
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 35, 35, 32)	0



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

2D)

conv2d\_3 (Conv2D) (None, 33, 33, 64) 18496

max\_pooling2d\_2 (MaxPooling 2D) (None, 16, 16, 64) 0

flatten (Flatten) (None, 16384) 0

dropout (Dropout) (None, 16384) 0

dense (Dense) (None, 512) 8389120

dense\_1 (Dense) (None, 1) 513

=====

Total params: 8,415,537

Trainable params: 8,415,537

Non-trainable params: 0

-----

Al llamar la función `fit()`, cambiará la sustitución del parámetro `verbose` por un callback para TensorBoard y el número de épocas se eleva a 100, valor que servirá para observar un comportamiento para establecer un mejor valor.

```
[17]: history0 = model.fit(
    train_generator,
    epochs=100,
    steps_per_epoch=len(train_generator),
    validation_data=validation_generator,
    validation_steps=len(validation_generator),
    callbacks=[cb_m0])
```

Epoch 1/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 1.3195 -

accuracy:

0.5970 - val\_loss: 0.6104 - val\_accuracy: 0.7010

Epoch 2/100

20/20 [=====] - 20s 973ms/step - loss: 0.7063 -

accuracy: 0.6005 - val\_loss: 0.5788 - val\_accuracy: 0.6830

Epoch 3/100

20/20 [=====] - 18s 880ms/step - loss: 0.6538 -

accuracy: 0.6120 - val\_loss: 0.5478 - val\_accuracy: 0.7460

Epoch 4/100

20/20 [=====] - 17s 822ms/step - loss: 0.6301 -

accuracy: 0.6645 - val\_loss: 0.5829 - val\_accuracy: 0.7050

Epoch 5/100

20/20 [=====] - 18s 905ms/step - loss: 0.6831 -

accuracy: 0.6370 - val\_loss: 0.5544 - val\_accuracy: 0.7140

Epoch 6/100

20/20 [=====] - 19s 949ms/step - loss: 0.6084 -

accuracy: 0.6680 - val\_loss: 0.5927 - val\_accuracy: 0.6590

Epoch 7/100

20/20 [=====] - 19s 969ms/step - loss: 0.6034 -

accuracy: 0.6665 - val\_loss: 0.5261 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 8/100

20/20 [=====] - 19s 951ms/step - loss: 0.6108 -

accuracy: 0.6565 - val\_loss: 0.5259 - val\_accuracy: 0.7510

Epoch 9/100

20/20 [=====] - 19s 958ms/step - loss: 0.6107 -

accuracy: 0.6745 - val\_loss: 0.5405 - val\_accuracy: 0.7270

Epoch 10/100

20/20 [=====] - 19s 952ms/step - loss: 0.5953 -

accuracy: 0.6885 - val\_loss: 0.6134 - val\_accuracy: 0.7030

Epoch 11/100

20/20 [=====] - 18s 880ms/step - loss: 0.6032 -

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

accuracy: 0.6825 - val\_loss: 0.5622 - val\_accuracy: 0.6860

Epoch 12/100

20/20 [=====] - 19s 946ms/step - loss: 0.5705 -

accuracy: 0.7105 - val\_loss: 0.5924 - val\_accuracy: 0.6800

Epoch 13/100

20/20 [=====] - 20s 975ms/step - loss: 0.5884 -

accuracy: 0.6795 - val\_loss: 0.5094 - val\_accuracy: 0.7520

Epoch 14/100

20/20 [=====] - 19s 952ms/step - loss: 0.5865 -

accuracy: 0.6900 - val\_loss: 0.5035 - val\_accuracy: 0.7590

Epoch 15/100

20/20 [=====] - 19s 931ms/step - loss: 0.5853 -

accuracy: 0.6860 - val\_loss: 0.4945 - val\_accuracy: 0.7620

Epoch 16/100

20/20 [=====] - 18s 914ms/step - loss: 0.5751 -

accuracy: 0.6920 - val\_loss: 0.5167 - val\_accuracy: 0.7450

Epoch 17/100

20/20 [=====] - 19s 920ms/step - loss: 0.5747 -

accuracy: 0.6955 - val\_loss: 0.5009 - val\_accuracy: 0.7480

Epoch 18/100

20/20 [=====] - 20s 983ms/step - loss: 0.5926 -

accuracy: 0.6840 - val\_loss: 0.5188 - val\_accuracy: 0.7470

Epoch 19/100

20/20 [=====] - 20s 972ms/step - loss: 0.5774 -

accuracy: 0.6935 - val\_loss: 0.5197 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 20/100

20/20 [=====] - 20s 970ms/step - loss: 0.5545 -

accuracy: 0.7050 - val\_loss: 0.5222 - val\_accuracy: 0.7450

Epoch 21/100

20/20 [=====] - 19s 961ms/step - loss: 0.5568 -

accuracy: 0.7100 - val\_loss: 0.5039 - val\_accuracy: 0.7510

Epoch 22/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 19s 965ms/step - loss: 0.5501 -  
accuracy: 0.7145 - val\_loss: 0.5352 - val\_accuracy: 0.7500

Epoch 23/100

20/20 [=====] - 19s 960ms/step - loss: 0.5492 -  
accuracy: 0.7070 - val\_loss: 0.4992 - val\_accuracy: 0.7550

Epoch 24/100

20/20 [=====] - 20s 975ms/step - loss: 0.5406 -  
accuracy: 0.7240 - val\_loss: 0.6039 - val\_accuracy: 0.7340

Epoch 25/100

20/20 [=====] - 19s 963ms/step - loss: 0.5950 -  
accuracy: 0.7065 - val\_loss: 0.7148 - val\_accuracy: 0.6990

Epoch 26/100

20/20 [=====] - 19s 958ms/step - loss: 0.5611 -  
accuracy: 0.7215 - val\_loss: 0.5289 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 27/100

20/20 [=====] - 18s 915ms/step - loss: 0.5578 -  
accuracy: 0.7190 - val\_loss: 0.6305 - val\_accuracy: 0.6700

Epoch 28/100

20/20 [=====] - 19s 955ms/step - loss: 0.5467 -  
accuracy: 0.7235 - val\_loss: 0.4944 - val\_accuracy: 0.7530

Epoch 29/100

20/20 [=====] - 19s 960ms/step - loss: 0.5609 -  
accuracy: 0.7240 - val\_loss: 0.5351 - val\_accuracy: 0.7450

Epoch 30/100

20/20 [=====] - 19s 925ms/step - loss: 0.5519 -  
accuracy: 0.7270 - val\_loss: 0.6038 - val\_accuracy: 0.6950

Epoch 31/100

20/20 [=====] - 18s 871ms/step - loss: 0.5547 -  
accuracy: 0.7085 - val\_loss: 0.6109 - val\_accuracy: 0.7240

Epoch 32/100

20/20 [=====] - 19s 933ms/step - loss: 0.5579 -  
accuracy: 0.7170 - val\_loss: 0.5243 - val\_accuracy: 0.7430

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 33/100

20/20 [=====] - 19s 932ms/step - loss: 0.5347 - accuracy: 0.7190 - val\_loss: 0.5222 - val\_accuracy: 0.7370

Epoch 34/100

20/20 [=====] - 19s 953ms/step - loss: 0.5470 - accuracy: 0.7185 - val\_loss: 0.5163 - val\_accuracy: 0.7580

Epoch 35/100

20/20 [=====] - 19s 931ms/step - loss: 0.5522 - accuracy: 0.7170 - val\_loss: 0.5065 - val\_accuracy: 0.7560

Epoch 36/100

20/20 [=====] - 17s 857ms/step - loss: 0.5368 - accuracy: 0.7300 - val\_loss: 0.4790 - val\_accuracy: 0.7750

Epoch 37/100

20/20 [=====] - 18s 880ms/step - loss: 0.5272 - accuracy: 0.7360 - val\_loss: 0.5227 - val\_accuracy: 0.7470

Epoch 38/100

20/20 [=====] - 19s 943ms/step - loss: 0.5387 - accuracy: 0.7295 - val\_loss: 0.5317 - val\_accuracy: 0.7580

Epoch 39/100

20/20 [=====] - 19s 944ms/step - loss: 0.5305 - accuracy: 0.7370 - val\_loss: 0.5401 - val\_accuracy: 0.7330

Epoch 40/100

20/20 [=====] - 19s 949ms/step - loss: 0.5388 - accuracy: 0.7320 - val\_loss: 0.5394 - val\_accuracy: 0.7240

Epoch 41/100

20/20 [=====] - 18s 872ms/step - loss: 0.5297 - accuracy: 0.7320 - val\_loss: 0.5411 - val\_accuracy: 0.7530

Epoch 42/100

20/20 [=====] - 18s 882ms/step - loss: 0.5165 - accuracy: 0.7400 - val\_loss: 0.5109 - val\_accuracy: 0.7620

Epoch 43/100

20/20 [=====] - 17s 857ms/step - loss: 0.5294 -

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

accuracy: 0.7370 - val\_loss: 0.4846 - val\_accuracy: 0.7640

Epoch 44/100

20/20 [=====] - 16s 810ms/step - loss: 0.5108 -

accuracy: 0.7550 - val\_loss: 0.4789 - val\_accuracy: 0.7590

Epoch 45/100

20/20 [=====] - 16s 812ms/step - loss: 0.5294 -

accuracy: 0.7365 - val\_loss: 0.5574 - val\_accuracy: 0.7490

Epoch 46/100

20/20 [=====] - 17s 847ms/step - loss: 0.5323 -

accuracy: 0.7365 - val\_loss: 0.5691 - val\_accuracy: 0.6800

Epoch 47/100

20/20 [=====] - 16s 814ms/step - loss: 0.5429 -

accuracy: 0.7220 - val\_loss: 0.4828 - val\_accuracy: 0.7670

Epoch 48/100

20/20 [=====] - 17s 854ms/step - loss: 0.5239 -

accuracy: 0.7350 - val\_loss: 0.4750 - val\_accuracy: 0.7700

Epoch 49/100

20/20 [=====] - 18s 901ms/step - loss: 0.5250 -

accuracy: 0.7365 - val\_loss: 0.5501 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 50/100

20/20 [=====] - 18s 879ms/step - loss: 0.5302 -

accuracy: 0.7365 - val\_loss: 0.5785 - val\_accuracy: 0.7160

Epoch 51/100

20/20 [=====] - 17s 855ms/step - loss: 0.5196 -

accuracy: 0.7355 - val\_loss: 0.5174 - val\_accuracy: 0.7650

Epoch 52/100

20/20 [=====] - 17s 840ms/step - loss: 0.5208 -

accuracy: 0.7365 - val\_loss: 0.5202 - val\_accuracy: 0.7490

Epoch 53/100

20/20 [=====] - 16s 815ms/step - loss: 0.5134 -

accuracy: 0.7585 - val\_loss: 0.5007 - val\_accuracy: 0.7710

Epoch 54/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 17s 826ms/step - loss: 0.5073 -  
accuracy: 0.7595 - val\_loss: 0.5176 - val\_accuracy: 0.7440

Epoch 55/100

20/20 [=====] - 16s 810ms/step - loss: 0.5084 -  
accuracy: 0.7485 - val\_loss: 0.4941 - val\_accuracy: 0.7740

Epoch 56/100

20/20 [=====] - 16s 820ms/step - loss: 0.5356 -  
accuracy: 0.7465 - val\_loss: 0.5239 - val\_accuracy: 0.7630

Epoch 57/100

20/20 [=====] - 18s 873ms/step - loss: 0.4807 -  
accuracy: 0.7625 - val\_loss: 0.5063 - val\_accuracy: 0.7650

Epoch 58/100

20/20 [=====] - 18s 909ms/step - loss: 0.5029 -  
accuracy: 0.7450 - val\_loss: 0.5482 - val\_accuracy: 0.7200

Epoch 59/100

20/20 [=====] - 19s 926ms/step - loss: 0.5169 -  
accuracy: 0.7430 - val\_loss: 0.6683 - val\_accuracy: 0.7460

Epoch 60/100

20/20 [=====] - 19s 942ms/step - loss: 0.5111 -  
accuracy: 0.7390 - val\_loss: 0.5228 - val\_accuracy: 0.7340

Epoch 61/100

20/20 [=====] - 18s 898ms/step - loss: 0.5135 -  
accuracy: 0.7490 - val\_loss: 0.5083 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 62/100

20/20 [=====] - 18s 884ms/step - loss: 0.5017 -  
accuracy: 0.7535 - val\_loss: 0.5315 - val\_accuracy: 0.7640

Epoch 63/100

20/20 [=====] - 17s 847ms/step - loss: 0.5104 -  
accuracy: 0.7415 - val\_loss: 0.5040 - val\_accuracy: 0.7450

Epoch 64/100

20/20 [=====] - 17s 822ms/step - loss: 0.5152 -  
accuracy: 0.7310 - val\_loss: 0.5042 - val\_accuracy: 0.7510

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 65/100

20/20 [=====] - 18s 911ms/step - loss: 0.4940 - accuracy: 0.7555 - val\_loss: 0.5136 - val\_accuracy: 0.7710

Epoch 66/100

20/20 [=====] - 19s 950ms/step - loss: 0.5068 - accuracy: 0.7460 - val\_loss: 0.4915 - val\_accuracy: 0.7630

Epoch 67/100

20/20 [=====] - 19s 954ms/step - loss: 0.4948 - accuracy: 0.7510 - val\_loss: 0.6241 - val\_accuracy: 0.7350

Epoch 68/100

20/20 [=====] - 19s 952ms/step - loss: 0.5080 - accuracy: 0.7515 - val\_loss: 0.6018 - val\_accuracy: 0.7490

Epoch 69/100

20/20 [=====] - 19s 961ms/step - loss: 0.5252 - accuracy: 0.7350 - val\_loss: 0.5809 - val\_accuracy: 0.7280

Epoch 70/100

20/20 [=====] - 20s 971ms/step - loss: 0.4880 - accuracy: 0.7535 - val\_loss: 0.6830 - val\_accuracy: 0.6870

Epoch 71/100

20/20 [=====] - 19s 961ms/step - loss: 0.5002 - accuracy: 0.7600 - val\_loss: 0.5509 - val\_accuracy: 0.7590

Epoch 72/100

20/20 [=====] - 19s 964ms/step - loss: 0.5098 - accuracy: 0.7545 - val\_loss: 0.5439 - val\_accuracy: 0.7520

Epoch 73/100

20/20 [=====] - 19s 934ms/step - loss: 0.4945 - accuracy: 0.7565 - val\_loss: 0.6209 - val\_accuracy: 0.7180

Epoch 74/100

20/20 [=====] - 17s 830ms/step - loss: 0.4751 - accuracy: 0.7730 - val\_loss: 0.5931 - val\_accuracy: 0.7370

Epoch 75/100

20/20 [=====] - 17s 824ms/step - loss: 0.5001 -



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

accuracy: 0.7475 - val\_loss: 0.4956 - val\_accuracy: 0.7570

Epoch 76/100

20/20 [=====] - 17s 819ms/step - loss: 0.5095 -

accuracy: 0.7565 - val\_loss: 0.5170 - val\_accuracy: 0.7630

Epoch 77/100

20/20 [=====] - 16s 811ms/step - loss: 0.5057 -

accuracy: 0.7550 - val\_loss: 0.4788 - val\_accuracy: 0.7580

Epoch 78/100

20/20 [=====] - 16s 814ms/step - loss: 0.5202 -

accuracy: 0.7485 - val\_loss: 0.4944 - val\_accuracy: 0.7670

Epoch 79/100

20/20 [=====] - 16s 800ms/step - loss: 0.4871 -

accuracy: 0.7585 - val\_loss: 0.4861 - val\_accuracy: 0.7790

Epoch 80/100

20/20 [=====] - 16s 793ms/step - loss: 0.4991 -

accuracy: 0.7585 - val\_loss: 0.5298 - val\_accuracy: 0.7530

Epoch 81/100

20/20 [=====] - 16s 805ms/step - loss: 0.4794 -

accuracy: 0.7655 - val\_loss: 0.5100 - val\_accuracy: 0.7650

Epoch 82/100

20/20 [=====] - 17s 844ms/step - loss: 0.5091 -

accuracy: 0.7395 - val\_loss: 0.5810 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 83/100

20/20 [=====] - 19s 939ms/step - loss: 0.4960 -

accuracy: 0.7525 - val\_loss: 0.6434 - val\_accuracy: 0.6630

Epoch 84/100

20/20 [=====] - 18s 914ms/step - loss: 0.4994 -

accuracy: 0.7575 - val\_loss: 0.5272 - val\_accuracy: 0.7500

Epoch 85/100

20/20 [=====] - 18s 899ms/step - loss: 0.4913 -

accuracy: 0.7645 - val\_loss: 0.5273 - val\_accuracy: 0.7470

Epoch 86/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 17s 851ms/step - loss: 0.4641 - accuracy: 0.7760 - val\_loss: 0.7150 - val\_accuracy: 0.6800

Epoch 87/100

20/20 [=====] - 18s 894ms/step - loss: 0.4927 - accuracy: 0.7570 - val\_loss: 0.5058 - val\_accuracy: 0.7760

Epoch 88/100

20/20 [=====] - 16s 814ms/step - loss: 0.4965 - accuracy: 0.7630 - val\_loss: 0.5968 - val\_accuracy: 0.7380

Epoch 89/100

20/20 [=====] - 18s 913ms/step - loss: 0.4913 - accuracy: 0.7500 - val\_loss: 0.4962 - val\_accuracy: 0.7670

Epoch 90/100

20/20 [=====] - 20s 970ms/step - loss: 0.4800 - accuracy: 0.7660 - val\_loss: 0.5233 - val\_accuracy: 0.7590

Epoch 91/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5027 - accuracy: 0.7470 - val\_loss: 0.5656 - val\_accuracy: 0.7010

Epoch 92/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.4899 - accuracy: 0.7705 - val\_loss: 0.5423 - val\_accuracy: 0.7590

Epoch 93/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5076 - accuracy: 0.7660 - val\_loss: 0.4919 - val\_accuracy: 0.7760

Epoch 94/100

20/20 [=====] - 20s 998ms/step - loss: 0.4794 - accuracy: 0.7685 - val\_loss: 0.5803 - val\_accuracy: 0.7510

Epoch 95/100

20/20 [=====] - 19s 936ms/step - loss: 0.4916 - accuracy: 0.7570 - val\_loss: 0.4801 - val\_accuracy: 0.7810

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 96/100

20/20 [=====] - 17s 835ms/step - loss: 0.4719 - accuracy: 0.7710 - val\_loss: 0.5019 - val\_accuracy: 0.7760

Epoch 97/100

20/20 [=====] - 17s 824ms/step - loss: 0.4985 - accuracy: 0.7525 - val\_loss: 0.5122 - val\_accuracy: 0.7550

Epoch 98/100

20/20 [=====] - 17s 838ms/step - loss: 0.4991 - accuracy: 0.7600 - val\_loss: 0.5003 - val\_accuracy: 0.7780

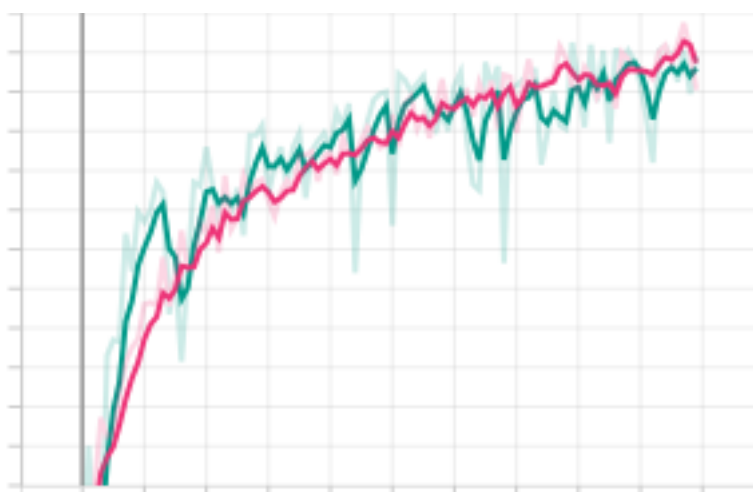
Epoch 99/100

20/20 [=====] - 19s 939ms/step - loss: 0.4907 - accuracy: 0.7615 - val\_loss: 0.5351 - val\_accuracy: 0.7630

Epoch 100/100

20/20 [=====] - 19s 945ms/step - loss: 0.4680 - accuracy: 0.7720 - val\_loss: 0.5047 - val\_accuracy: 0.7440

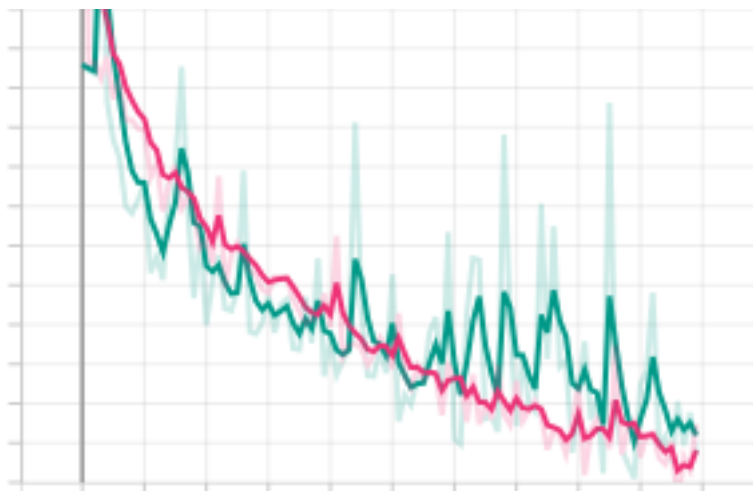
La siguiente gráfica corresponde al modelo obtenido según su precisión, con intervalo en las abscisas de 0.02 y su valor máximo en dicho eje es 0.78. El intervalo en las ordenadas es de 10, corresponde a las épocas.



La siguiente gráfica corresponde al modelo según su pérdida. El intervalo en las abscisas es de

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

0.02 y su valor máximo en dicho eje es 0.72.



Más detalles de estas gráficas y las posteriores mostradas pueden verse en el tablero de TensorBoard.

## 5.2. Método: Iteración de modelos

Ahora se recurre al método “prueba-error”. Se ha implementado un código que permite generar 27 modelos con distinto número de capas de convolución y capas totalmente conectadas. Se producirán 27 modelos basados en el Modelo 0, y se elegirá el mejor. La desventaja de este método es primeramente el tiempo que tomará entrenar todos los modelos generados, y segundo, no todas las combinaciones son tomadas en cuenta, por ejemplo, cada capa de todos los modelos tendrá siempre el mismo número de neuronas, sin distinción.

Se ha limitado a 128 neuronas porque más allá de dicho valor se vuelve un modelo inviable para la ejecución en el equipo disponible. De hecho se observará que aquellos métodos con 128 neuronas y una o más capas totalmente conectadas no pudieron generarse por falta de memoria, por lo que serán descartados.

Además, se definen dos callbacks para revisar cuanto mejora el modelo en cada época y no exceder el uso del hardware en vano. Definiremos un callback para la precisión y otro para la pérdida. Cada uno revisa las últimas veinticinco épocas y determina si el modelo ha dejado de mejorar, se debe mejorar al menos en 0.001 entre esas veinticinco épocas.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
[18]: es_accu = EarlyStopping(monitor='val_accuracy', patience=25,min_delta=0.
↳001,mode='max',verbose=0)

es_loss = EarlyStopping(monitor='val_loss',patience=25,min_delta=0.
↳001,mode='min',verbose=0)
```

```
[ ]: #####

#                               IMPORTANTE: LEER ANTES DE EJECUTAR
↳ #

#####

# Ejecute este código con precaución porque sobrescribe los
↳ resultados

# que ahora muestra TensorBoard. Además el tiempo de ejecución es muy
↳ largo.

# Puede saturar la memoria del equipo.

num_dense_1 = [0, 1, 2]
num_neurons = [32, 64, 128]
convolutions = [1, 2, 3]

for layer in num_dense_1:
    for neuron in num_neurons:
        for convolution in convolutions:
            # Crear un nombre para el log de TensorBoard
            ln = "{}-convolutions-{}-neurons-{}-layers".
↳ format(convolution, neuron, layer)

            print("Inicia red:",ln)

            # Se inicia el modelo

            model = tf.keras.models.Sequential()

            # Esta capa es obligatoria debido a que incluye el valor
↳ de input_shape

            model.add(tf.keras.layers.Conv2D(16,
↳ (3,3),activation='relu',input_shape=[150,150,3]))

            # Crear capas convolucionales adicionales
```

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```

        for l in range(convolution-1):
            model.add(tf.keras.layers.
↳Conv2D(neuron,(3,3),activation='relu'))

            model.add(tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2))

            # Capa Flatten obligatoria. Conservamos la capa Dropout
↳aunque no es obligatoria

            model.add(tf.keras.layers.Flatten())
            model.add(tf.keras.layers.Dropout(0.2))

            # Crear capas completamente conectadas
            for l in range(layer):
                model.add(tf.keras.layers.
↳Dense(neuron,activation='relu'))

                # Capa de salida obligatoria
                model.add(tf.keras.layers.Dense(1,activation='sigmoid'))

                # Crear el callback de Tensorboard
                cb_tb = TensorBoard(log_dir="out/logs/{}".
↳format(ln),histogram_freq=1)

                # Compilar el modelo
                model.compile(loss='binary_crossentropy',
                                optimizer='adam',
                                metrics=['accuracy'])

                # Aprendizaje del modelo
                model.fit(
                    train_generator,
                    epochs=100,
                    steps_per_epoch=len(train_generator),
                    validation_data=validation_generator,
                    validation_steps=len(validation_generator),
                    callbacks=[cb_tb,
                                es_accu,
                                es_loss

```

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
    ])  
    gc.collect()
```

### 5.2.1. Modelo seleccionado

De la iteración anterior se observa que el modelo mejor implementado es aquel con tres capas de convolución, 64 neuronas y ninguna capa completamente conectada, por lo tanto se replicará dicha red neuronal ahora con el nombre de *mS* para que sea identificable en los resultados.

```
[19]: num_dense_1 = [0]  
      num_neurons = [64]  
      convolutions = [3]  
  
      for layer in num_dense_1:  
          for neuron in num_neurons:  
              for convolution in convolutions:  
                  # Crear un nombre para el log de TensorBoard  
                  ln = "mS-{}-convolutions-{}-neurons-{}-layers".  
↪format(convolution, neuron, layer)  
                  print("Inicia red:",ln)  
                  # Se inicia el modelo  
                  model = tf.keras.models.Sequential()  
                  # Esta capa es obligatoria debido a que incluye el valor  
↪de input_shape  
                  model.add(tf.keras.layers.Conv2D(16,  
↪(3,3),activation='relu',input_shape=[150,150,3]))  
                  # Crear capas convolucionales adicionales  
                  for l in range(convolution-1):  
                      model.add(tf.keras.layers.  
↪Conv2D(neuron,(3,3),activation='relu'))  
                      model.add(tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2))
```

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```

# Capa Flatten obligatoria. Conservamos la capa Dropout
↳ aunque no es obligatoria

model.add(tf.keras.layers.Flatten())
model.add(tf.keras.layers.Dropout(0.2))

# Crear capas completamente conectadas
for l in range(layer):
    model.add(tf.keras.layers.
↳ Dense(neuron,activation='relu'))

# Capa de salida obligatoria
model.add(tf.keras.layers.Dense(1,activation='sigmoid'))

# Crear el callback de Tensorboard
cb_tb = TensorBoard(log_dir="out/logs/mS".
↳ format(ln),histogram_freq=1)

# Compilar el modelo
model.compile(loss='binary_crossentropy',
              optimizer='adam',
              metrics=['accuracy'])

# Aprendizaje del modelo
hmS = model.fit(
    train_generator,
    epochs=100,
    steps_per_epoch=len(train_generator),
    validation_data=validation_generator,
    validation_steps=len(validation_generator),
    callbacks=[cb_tb])

gc.collect()

```

Inicia red: mS-3-convolutions-64-neurons-0-layers

Epoch 1/100

20/20 [=====] - 23s 1s/step - loss: 0.6998 -

↳ accuracy:

0.5210 - val\_loss: 0.6868 - val\_accuracy: 0.5000



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 2/100

20/20 [=====] - 26s 1s/step - loss: 0.6834 -

accuracy:

0.5470 - val\_loss: 0.6616 - val\_accuracy: 0.6030

Epoch 3/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.6690 -

accuracy:

0.5860 - val\_loss: 0.6695 - val\_accuracy: 0.5620

Epoch 4/100

20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.6568 -

accuracy:

0.6040 - val\_loss: 0.6470 - val\_accuracy: 0.6400

Epoch 5/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.6579 -

accuracy:

0.5930 - val\_loss: 0.6702 - val\_accuracy: 0.5760

Epoch 6/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.6532 -

accuracy:

0.5915 - val\_loss: 0.6172 - val\_accuracy: 0.6450

Epoch 7/100

20/20 [=====] - 27s 1s/step - loss: 0.6329 -

accuracy:

0.6415 - val\_loss: 0.6116 - val\_accuracy: 0.6410

Epoch 8/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.6176 -

accuracy:

0.6460 - val\_loss: 0.6292 - val\_accuracy: 0.6330

Epoch 9/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.6119 -

accuracy:

0.6690 - val\_loss: 0.5797 - val\_accuracy: 0.6790

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 10/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.6152 -

accuracy:

0.6545 - val\_loss: 0.5902 - val\_accuracy: 0.6720

Epoch 11/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5972 -

accuracy:

0.6665 - val\_loss: 0.6024 - val\_accuracy: 0.6410

Epoch 12/100

20/20 [=====] - 30s 1s/step - loss: 0.5880 -

accuracy:

0.6805 - val\_loss: 0.5548 - val\_accuracy: 0.7100

Epoch 13/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5809 -

accuracy:

0.6795 - val\_loss: 0.5698 - val\_accuracy: 0.7050

Epoch 14/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5683 -

accuracy:

0.6960 - val\_loss: 0.5608 - val\_accuracy: 0.7130

Epoch 15/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5648 -

accuracy:

0.7005 - val\_loss: 0.5741 - val\_accuracy: 0.6980

Epoch 16/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5675 -

accuracy:

0.6975 - val\_loss: 0.5486 - val\_accuracy: 0.7140

Epoch 17/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5636 -

accuracy:

0.7005 - val\_loss: 0.5349 - val\_accuracy: 0.7220

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 18/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5758 -

↪accuracy:

0.6920 - val\_loss: 0.5434 - val\_accuracy: 0.7200

Epoch 19/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5554 -

↪accuracy:

0.7040 - val\_loss: 0.5265 - val\_accuracy: 0.7430

Epoch 20/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5443 -

↪accuracy:

0.7150 - val\_loss: 0.5367 - val\_accuracy: 0.7160

Epoch 21/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5529 -

↪accuracy:

0.7125 - val\_loss: 0.5680 - val\_accuracy: 0.7160

Epoch 22/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5823 -

↪accuracy:

0.6855 - val\_loss: 0.5504 - val\_accuracy: 0.7170

Epoch 23/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5617 -

↪accuracy:

0.7055 - val\_loss: 0.5374 - val\_accuracy: 0.7260

Epoch 24/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5537 -

↪accuracy:

0.7115 - val\_loss: 0.5620 - val\_accuracy: 0.7000

Epoch 25/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5443 -

↪accuracy:

0.7180 - val\_loss: 0.5240 - val\_accuracy: 0.7360

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 26/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5403 -

accuracy:

0.7205 - val\_loss: 0.5314 - val\_accuracy: 0.7320

Epoch 27/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5312 -

accuracy:

0.7330 - val\_loss: 0.5478 - val\_accuracy: 0.7230

Epoch 28/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5564 -

accuracy:

0.7135 - val\_loss: 0.5340 - val\_accuracy: 0.7230

Epoch 29/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5246 -

accuracy:

0.7345 - val\_loss: 0.5227 - val\_accuracy: 0.7310

Epoch 30/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5343 -

accuracy:

0.7185 - val\_loss: 0.5083 - val\_accuracy: 0.7490

Epoch 31/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5263 -

accuracy:

0.7295 - val\_loss: 0.5249 - val\_accuracy: 0.7380

Epoch 32/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5402 -

accuracy:

0.7310 - val\_loss: 0.5445 - val\_accuracy: 0.7150

Epoch 33/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5589 -

accuracy:

0.7090 - val\_loss: 0.5119 - val\_accuracy: 0.7480

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 34/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5348 -

accuracy:

0.7310 - val\_loss: 0.5148 - val\_accuracy: 0.7440

Epoch 35/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5155 -

accuracy:

0.7395 - val\_loss: 0.5319 - val\_accuracy: 0.7430

Epoch 36/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5324 -

accuracy:

0.7265 - val\_loss: 0.5051 - val\_accuracy: 0.7430

Epoch 37/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5286 -

accuracy:

0.7310 - val\_loss: 0.5062 - val\_accuracy: 0.7480

Epoch 38/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5064 -

accuracy:

0.7505 - val\_loss: 0.5094 - val\_accuracy: 0.7530

Epoch 39/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5275 -

accuracy:

0.7350 - val\_loss: 0.5119 - val\_accuracy: 0.7470

Epoch 40/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5190 -

accuracy:

0.7355 - val\_loss: 0.5118 - val\_accuracy: 0.7520

Epoch 41/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5213 -

accuracy:

0.7355 - val\_loss: 0.5284 - val\_accuracy: 0.7380

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 42/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5226 -

accuracy:

0.7345 - val\_loss: 0.5200 - val\_accuracy: 0.7400

Epoch 43/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5224 -

accuracy:

0.7265 - val\_loss: 0.5107 - val\_accuracy: 0.7430

Epoch 44/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5142 -

accuracy:

0.7350 - val\_loss: 0.5558 - val\_accuracy: 0.7310

Epoch 45/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5284 -

accuracy:

0.7405 - val\_loss: 0.5119 - val\_accuracy: 0.7480

Epoch 46/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5181 -

accuracy:

0.7460 - val\_loss: 0.5800 - val\_accuracy: 0.7310

Epoch 47/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5232 -

accuracy:

0.7430 - val\_loss: 0.4983 - val\_accuracy: 0.7590

Epoch 48/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5142 -

accuracy:

0.7455 - val\_loss: 0.4917 - val\_accuracy: 0.7760

Epoch 49/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5129 -

accuracy:

0.7485 - val\_loss: 0.5158 - val\_accuracy: 0.7470

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 50/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5160 -

↪accuracy:

0.7320 - val\_loss: 0.4955 - val\_accuracy: 0.7520

Epoch 51/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5015 -

↪accuracy:

0.7500 - val\_loss: 0.4864 - val\_accuracy: 0.7670

Epoch 52/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5202 -

↪accuracy:

0.7370 - val\_loss: 0.4946 - val\_accuracy: 0.7570

Epoch 53/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4967 -

↪accuracy:

0.7580 - val\_loss: 0.5099 - val\_accuracy: 0.7500

Epoch 54/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5036 -

↪accuracy:

0.7525 - val\_loss: 0.4869 - val\_accuracy: 0.7690

Epoch 55/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4952 -

↪accuracy:

0.7580 - val\_loss: 0.5093 - val\_accuracy: 0.7580

Epoch 56/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4977 -

↪accuracy:

0.7535 - val\_loss: 0.5033 - val\_accuracy: 0.7660

Epoch 57/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4985 -

↪accuracy:

0.7520 - val\_loss: 0.5146 - val\_accuracy: 0.7460

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 58/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5026 -

accuracy:

0.7510 - val\_loss: 0.5225 - val\_accuracy: 0.7480

Epoch 59/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5209 -

accuracy:

0.7460 - val\_loss: 0.5003 - val\_accuracy: 0.7650

Epoch 60/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4896 -

accuracy:

0.7560 - val\_loss: 0.5205 - val\_accuracy: 0.7520

Epoch 61/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.5000 -

accuracy:

0.7490 - val\_loss: 0.4888 - val\_accuracy: 0.7660

Epoch 62/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4899 -

accuracy:

0.7655 - val\_loss: 0.4875 - val\_accuracy: 0.7610

Epoch 63/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4955 -

accuracy:

0.7490 - val\_loss: 0.5369 - val\_accuracy: 0.7350

Epoch 64/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5039 -

accuracy:

0.7615 - val\_loss: 0.4932 - val\_accuracy: 0.7710

Epoch 65/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4982 -

accuracy:

0.7490 - val\_loss: 0.4929 - val\_accuracy: 0.7710



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 66/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4864 -

↪accuracy:

0.7655 - val\_loss: 0.5049 - val\_accuracy: 0.7580

Epoch 67/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4914 -

↪accuracy:

0.7610 - val\_loss: 0.4910 - val\_accuracy: 0.7720

Epoch 68/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5008 -

↪accuracy:

0.7635 - val\_loss: 0.4959 - val\_accuracy: 0.7480

Epoch 69/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4894 -

↪accuracy:

0.7600 - val\_loss: 0.5036 - val\_accuracy: 0.7610

Epoch 70/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4917 -

↪accuracy:

0.7690 - val\_loss: 0.5026 - val\_accuracy: 0.7620

Epoch 71/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4948 -

↪accuracy:

0.7645 - val\_loss: 0.4963 - val\_accuracy: 0.7570

Epoch 72/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4908 -

↪accuracy:

0.7670 - val\_loss: 0.4787 - val\_accuracy: 0.7670

Epoch 73/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4871 -

↪accuracy:

0.7635 - val\_loss: 0.5043 - val\_accuracy: 0.7630

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 74/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4986 -

↪accuracy:

0.7490 - val\_loss: 0.5064 - val\_accuracy: 0.7640

Epoch 75/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4766 -

↪accuracy:

0.7670 - val\_loss: 0.4761 - val\_accuracy: 0.7680

Epoch 76/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4724 -

↪accuracy:

0.7755 - val\_loss: 0.4946 - val\_accuracy: 0.7680

Epoch 77/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4898 -

↪accuracy:

0.7695 - val\_loss: 0.5420 - val\_accuracy: 0.7270

Epoch 78/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5164 -

↪accuracy:

0.7470 - val\_loss: 0.5258 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 79/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4764 -

↪accuracy:

0.7670 - val\_loss: 0.4899 - val\_accuracy: 0.7710

Epoch 80/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4759 -

↪accuracy:

0.7815 - val\_loss: 0.4770 - val\_accuracy: 0.7920

Epoch 81/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4730 -

↪accuracy:

0.7780 - val\_loss: 0.4941 - val\_accuracy: 0.7760

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 82/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.5070 -

↪accuracy:

0.7565 - val\_loss: 0.5206 - val\_accuracy: 0.7720

Epoch 83/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4884 -

↪accuracy:

0.7500 - val\_loss: 0.5149 - val\_accuracy: 0.7640

Epoch 84/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4729 -

↪accuracy:

0.7740 - val\_loss: 0.4916 - val\_accuracy: 0.7580

Epoch 85/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4762 -

↪accuracy:

0.7600 - val\_loss: 0.5240 - val\_accuracy: 0.7640

Epoch 86/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4771 -

↪accuracy:

0.7725 - val\_loss: 0.4809 - val\_accuracy: 0.7720

Epoch 87/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4809 -

↪accuracy:

0.7675 - val\_loss: 0.4971 - val\_accuracy: 0.7690

Epoch 88/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4642 -

↪accuracy:

0.7720 - val\_loss: 0.4929 - val\_accuracy: 0.7860

Epoch 89/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4790 -

↪accuracy:

0.7810 - val\_loss: 0.4762 - val\_accuracy: 0.7800

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 90/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4842 -

accuracy:

0.7610 - val\_loss: 0.5049 - val\_accuracy: 0.7710

Epoch 91/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4763 -

accuracy:

0.7670 - val\_loss: 0.5034 - val\_accuracy: 0.7670

Epoch 92/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4634 -

accuracy:

0.7815 - val\_loss: 0.5100 - val\_accuracy: 0.7710

Epoch 93/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4714 -

accuracy:

0.7750 - val\_loss: 0.5017 - val\_accuracy: 0.7690

Epoch 94/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4669 -

accuracy:

0.7805 - val\_loss: 0.5771 - val\_accuracy: 0.7300

Epoch 95/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4797 -

accuracy:

0.7755 - val\_loss: 0.5123 - val\_accuracy: 0.7590

Epoch 96/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4573 -

accuracy:

0.7855 - val\_loss: 0.5092 - val\_accuracy: 0.7620

Epoch 97/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4517 -

accuracy:

0.7915 - val\_loss: 0.5045 - val\_accuracy: 0.7730

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 98/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4926 -

accuracy:

0.7615 - val\_loss: 0.5229 - val\_accuracy: 0.7660

Epoch 99/100

20/20 [=====] - 29s 1s/step - loss: 0.4685 -

accuracy:

0.7680 - val\_loss: 0.5029 - val\_accuracy: 0.7700

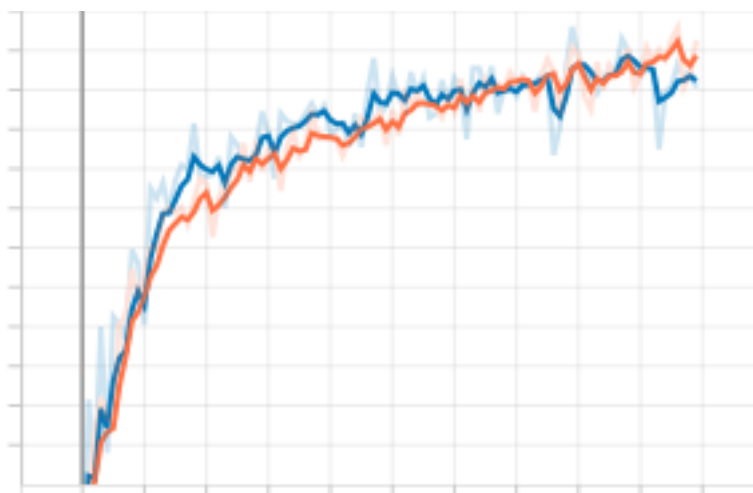
Epoch 100/100

20/20 [=====] - 28s 1s/step - loss: 0.4491 -

accuracy:

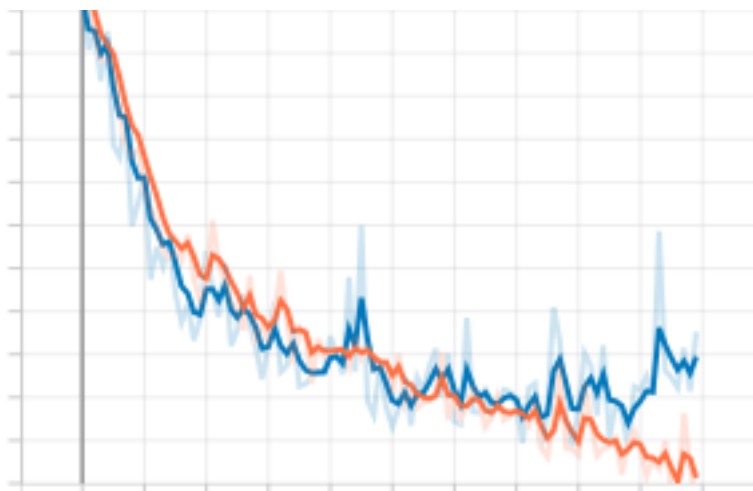
0.7850 - val\_loss: 0.5304 - val\_accuracy: 0.7610

La siguiente gráfica corresponde al modelo obtenido según su precisión, con intervalo en las abscisas de 0.02 y su valor máximo en dicho eje es 0.80. El intervalo en las ordenadas es de 10, corresponde a las épocas.



La siguiente gráfica corresponde al modelo según su pérdida. El intervalo en las abscisas es de 0.02 y su valor máximo en dicho eje es de 0.68.

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022



Ahora se han colocado ocho imágenes en la carpeta `im` del presente proyecto, cuatro de perros y otras cuatro de gatos. Se observa que los valores más cercanos a 1 representa los gatos, mientras que los más cercanos a 0 son perros. De estas ocho imágenes, el modelo solo falla en la imagen `g4.jpeg`. Una muestra a continuación.

```
[20]: # Gato = 1, perro = 0
img = tf.keras.preprocessing.image.load_img("im/p1.jpeg",
    ↪target_size=(150,150))
im_arr = tf.keras.preprocessing.image.img_to_array(img)
im_batch = np.expand_dims(im_arr, axis=0)
prediction = model.predict(im_batch)
print("El valor de p1.jpeg es:",prediction)
img = tf.keras.preprocessing.image.load_img("im/g1.jpeg",
    ↪target_size=(150,150))
im_arr = tf.keras.preprocessing.image.img_to_array(img)
im_batch = np.expand_dims(im_arr, axis=0)
prediction = model.predict(im_batch)
print("El valor de g1.jpeg es:",prediction)
```

1/1 [=====] - 0s 30ms/step

El valor de p1.jpeg es: [[0.00026426]]

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

1/1 [=====] - 0s 13ms/step

El valor de g1.jpeg es: [[0.9894533]]

### 5.3. Método: Combinación de capas

Al hacer algunos ajustes y combinaciones de las CNN iteradas anteriormente (ver [notebook anexo](#)), se aumentan a la mayor cantidad de rasgos las capas de convolución, de tal manera que se pueda ejecutar una red con capas Conv2D con 128 características en dos de dichas capas, además se agrega una capa totalmente conectada.

```
[21]: # Todas las imagenes tienen que ser reescaladas a 1./255.
train_datagen = ImageDataGenerator(
    rescale=1./255,
    rotation_range=40,
    width_shift_range=0.2,
    height_shift_range=0.2,
    shear_range=0.2,
    zoom_range=0.2,
    horizontal_flip=True,
    fill_mode="nearest"
)

test_datagen = ImageDataGenerator( rescale = 1.0/255.)

# -----
# Flujo de imagenes de entrenamiento en batches de 20 usando el
↳ "train_datagen generator"
# -----

train_generator = train_datagen.flow_from_directory(train_dir,
                                                    batch_size=100,
                                                    class_mode='binary',
                                                    shuffle=True,
                                                    target_size=(150,
↳ 150))
```

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
# -----
# Flujo de imagenes de entrenamiento en batches de 20 usando el
↳ "test_datagen generator"
# -----
validation_generator = test_datagen.flow_from_directory(validation_dir,
                                                         batch_size=100,
                                                         class_mode =
↳ 'binary',
                                                         target_size =
↳ (150, 150))
```

Found 2000 images belonging to 2 classes.

Found 1000 images belonging to 2 classes.

```
[22]: model1 = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Conv2D(32, (3,3), activation='relu',
↳ input_shape=(150, 150, 3)),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
    tf.keras.layers.Conv2D(64, (3,3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2,2),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3,3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2,2),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3,3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2,2),
    tf.keras.layers.Dropout(0.5),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dense(512, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(2)
])
model1.compile(optimizer='adam',
               loss=tf.keras.losses.
↳ SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True),
```



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
metrics=['accuracy'])
model1.summary()
```

Model: "sequential\_10"

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_39 (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	896
max_pooling2d_37 (MaxPooling2D)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_40 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18496
max_pooling2d_38 (MaxPooling2D)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_41 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73856
max_pooling2d_39 (MaxPooling2D)	(None, 17, 17, 128)	0
conv2d_42 (Conv2D)	(None, 15, 15, 128)	147584
max_pooling2d_40 (MaxPooling2D)	(None, 7, 7, 128)	0
dropout_5 (Dropout)	(None, 7, 7, 128)	0
flatten_10 (Flatten)	(None, 6272)	0
dense_19 (Dense)	(None, 512)	3211776

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

dense\_20 (Dense) (None, 2) 1026

=====

Total params: 3,453,634

Trainable params: 3,453,634

Non-trainable params: 0

-----

```
[23]: h1 = model1.fit(
    train_generator,
    epochs=60,
    steps_per_epoch=len(train_generator),
    validation_data=validation_generator,
    validation_steps=len(validation_generator),
    callbacks=[cb_m1, es_accu, es_loss]
)
```

Epoch 1/100

20/20 [=====] - 20s 978ms/step - loss: 0.7273 -  
accuracy: 0.4835 - val\_loss: 0.6923 - val\_accuracy: 0.5000

Epoch 2/100

20/20 [=====] - 20s 994ms/step - loss: 0.6945 -  
accuracy: 0.5015 - val\_loss: 0.6930 - val\_accuracy: 0.5000

Epoch 3/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.6927 -  
↪ accuracy:  
0.5000 - val\_loss: 0.6912 - val\_accuracy: 0.5000

Epoch 4/100

20/20 [=====] - 22s 1s/step - loss: 0.6903 -  
↪ accuracy:  
0.5025 - val\_loss: 0.6882 - val\_accuracy: 0.5520

Epoch 5/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.6867 -

↪accuracy:

0.5670 - val\_loss: 0.6890 - val\_accuracy: 0.5520

Epoch 6/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.6848 -

↪accuracy:

0.5570 - val\_loss: 0.6823 - val\_accuracy: 0.5570

Epoch 7/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.6836 -

↪accuracy:

0.5615 - val\_loss: 0.6835 - val\_accuracy: 0.5240

Epoch 8/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.6845 -

↪accuracy:

0.5390 - val\_loss: 0.6494 - val\_accuracy: 0.6000

Epoch 9/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.6722 -

↪accuracy:

0.5890 - val\_loss: 0.6268 - val\_accuracy: 0.6430

Epoch 10/100

20/20 [=====] - 20s 999ms/step - loss: 0.6499 -

accuracy: 0.6245 - val\_loss: 0.6098 - val\_accuracy: 0.6520

Epoch 11/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.6440 -

↪accuracy:

0.6445 - val\_loss: 0.5998 - val\_accuracy: 0.6750

Epoch 12/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.6178 -

↪accuracy:

0.6620 - val\_loss: 0.5993 - val\_accuracy: 0.6810

Epoch 13/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.6189 -

↪accuracy:

0.6540 - val\_loss: 0.6346 - val\_accuracy: 0.6120

Epoch 14/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.6270 -

↪accuracy:

0.6450 - val\_loss: 0.5852 - val\_accuracy: 0.6820

Epoch 15/100

20/20 [=====] - 23s 1s/step - loss: 0.5908 -

↪accuracy:

0.6810 - val\_loss: 0.5438 - val\_accuracy: 0.7180

Epoch 16/100

20/20 [=====] - 23s 1s/step - loss: 0.5731 -

↪accuracy:

0.7040 - val\_loss: 0.5298 - val\_accuracy: 0.7380

Epoch 17/100

20/20 [=====] - 22s 1s/step - loss: 0.5852 -

↪accuracy:

0.7010 - val\_loss: 0.5648 - val\_accuracy: 0.7030

Epoch 18/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.5775 -

↪accuracy:

0.6945 - val\_loss: 0.5552 - val\_accuracy: 0.7100

Epoch 19/100

20/20 [=====] - 22s 1s/step - loss: 0.5866 -

↪accuracy:

0.6905 - val\_loss: 0.5557 - val\_accuracy: 0.6940

Epoch 20/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.5674 -

↪accuracy:

0.7105 - val\_loss: 0.5257 - val\_accuracy: 0.7330

Epoch 21/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5590 -

accuracy:

0.7150 - val\_loss: 0.5250 - val\_accuracy: 0.7440

Epoch 22/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5417 -

accuracy:

0.7335 - val\_loss: 0.5067 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 23/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5595 -

accuracy:

0.7170 - val\_loss: 0.5166 - val\_accuracy: 0.7410

Epoch 24/100

20/20 [=====] - 20s 981ms/step - loss: 0.5471 -

accuracy: 0.7200 - val\_loss: 0.4985 - val\_accuracy: 0.7450

Epoch 25/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.5443 -

accuracy:

0.7365 - val\_loss: 0.5161 - val\_accuracy: 0.7490

Epoch 26/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5430 -

accuracy:

0.7290 - val\_loss: 0.5313 - val\_accuracy: 0.7250

Epoch 27/100

20/20 [=====] - 20s 996ms/step - loss: 0.5286 -

accuracy: 0.7400 - val\_loss: 0.4922 - val\_accuracy: 0.7580

Epoch 28/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5260 -

accuracy:

0.7415 - val\_loss: 0.5383 - val\_accuracy: 0.7290

Epoch 29/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5185 -

accuracy:

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

0.7380 - val\_loss: 0.4806 - val\_accuracy: 0.7720

Epoch 30/100

20/20 [=====] - 20s 999ms/step - loss: 0.5378 -  
accuracy: 0.7280 - val\_loss: 0.5027 - val\_accuracy: 0.7450

Epoch 31/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.5091 -  
accuracy:

0.7390 - val\_loss: 0.4746 - val\_accuracy: 0.7800

Epoch 32/100

20/20 [=====] - 20s 997ms/step - loss: 0.4962 -  
accuracy: 0.7695 - val\_loss: 0.4783 - val\_accuracy: 0.7830

Epoch 33/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.5095 -  
accuracy:

0.7660 - val\_loss: 0.4708 - val\_accuracy: 0.7760

Epoch 34/100

20/20 [=====] - 20s 997ms/step - loss: 0.4996 -  
accuracy: 0.7630 - val\_loss: 0.4833 - val\_accuracy: 0.7640

Epoch 35/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.4942 -  
accuracy:

0.7630 - val\_loss: 0.5180 - val\_accuracy: 0.7510

Epoch 36/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.4862 -  
accuracy:

0.7620 - val\_loss: 0.4504 - val\_accuracy: 0.7870

Epoch 37/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.4872 -  
accuracy:

0.7700 - val\_loss: 0.4790 - val\_accuracy: 0.7650

Epoch 38/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.4864 -

↪accuracy:

0.7605 - val\_loss: 0.4610 - val\_accuracy: 0.7780

Epoch 39/100

20/20 [=====] - 22s 1s/step - loss: 0.4801 -

↪accuracy:

0.7700 - val\_loss: 0.4569 - val\_accuracy: 0.7910

Epoch 40/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.4681 -

↪accuracy:

0.7750 - val\_loss: 0.4794 - val\_accuracy: 0.7820

Epoch 41/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.4702 -

↪accuracy:

0.7725 - val\_loss: 0.4754 - val\_accuracy: 0.7660

Epoch 42/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.4661 -

↪accuracy:

0.7915 - val\_loss: 0.4485 - val\_accuracy: 0.7970

Epoch 43/100

20/20 [=====] - 20s 992ms/step - loss: 0.4612 -

accuracy: 0.7820 - val\_loss: 0.4689 - val\_accuracy: 0.7860

Epoch 44/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.4742 -

↪accuracy:

0.7740 - val\_loss: 0.4330 - val\_accuracy: 0.7950

Epoch 45/100

20/20 [=====] - 91s 5s/step - loss: 0.4690 -

↪accuracy:

0.7740 - val\_loss: 0.4282 - val\_accuracy: 0.8050

Epoch 46/100

20/20 [=====] - 20s 982ms/step - loss: 0.4482 -

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

accuracy: 0.7960 - val\_loss: 0.4358 - val\_accuracy: 0.7990

Epoch 47/100

20/20 [=====] - 20s 990ms/step - loss: 0.4505 -

accuracy: 0.7900 - val\_loss: 0.4485 - val\_accuracy: 0.7780

Epoch 48/100

20/20 [=====] - 20s 980ms/step - loss: 0.4763 -

accuracy: 0.7820 - val\_loss: 0.4351 - val\_accuracy: 0.7900

Epoch 49/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.4364 -

↪accuracy:

0.7945 - val\_loss: 0.5272 - val\_accuracy: 0.7540

Epoch 50/100

20/20 [=====] - 20s 977ms/step - loss: 0.4536 -

accuracy: 0.7805 - val\_loss: 0.4379 - val\_accuracy: 0.7950

Epoch 51/100

20/20 [=====] - 20s 991ms/step - loss: 0.4220 -

accuracy: 0.8040 - val\_loss: 0.4457 - val\_accuracy: 0.7960

Epoch 52/100

20/20 [=====] - 20s 971ms/step - loss: 0.4499 -

accuracy: 0.7855 - val\_loss: 0.4252 - val\_accuracy: 0.8050

Epoch 53/100

20/20 [=====] - 20s 975ms/step - loss: 0.4273 -

accuracy: 0.8145 - val\_loss: 0.4501 - val\_accuracy: 0.7810

Epoch 54/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.4160 -

↪accuracy:

0.8095 - val\_loss: 0.4862 - val\_accuracy: 0.7720

Epoch 55/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.4472 -

↪accuracy:

0.7975 - val\_loss: 0.4587 - val\_accuracy: 0.7870

Epoch 56/100



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.4370 -

↪accuracy:

0.7895 - val\_loss: 0.4193 - val\_accuracy: 0.8040

Epoch 57/100

20/20 [=====] - 20s 989ms/step - loss: 0.4221 -

accuracy: 0.8035 - val\_loss: 0.4198 - val\_accuracy: 0.7890

Epoch 58/100

20/20 [=====] - 20s 979ms/step - loss: 0.4063 -

accuracy: 0.8140 - val\_loss: 0.4068 - val\_accuracy: 0.8150

Epoch 59/100

20/20 [=====] - 20s 1000ms/step - loss: 0.4122 -

accuracy: 0.8210 - val\_loss: 0.5885 - val\_accuracy: 0.7170

Epoch 60/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.4225 -

↪accuracy:

0.8105 - val\_loss: 0.4153 - val\_accuracy: 0.8040

Epoch 61/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.3991 -

↪accuracy:

0.8165 - val\_loss: 0.4109 - val\_accuracy: 0.8010

Epoch 62/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.3861 -

↪accuracy:

0.8395 - val\_loss: 0.3987 - val\_accuracy: 0.8010

Epoch 63/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.3985 -

↪accuracy:

0.8220 - val\_loss: 0.4049 - val\_accuracy: 0.8180

Epoch 64/100

20/20 [=====] - 23s 1s/step - loss: 0.3842 -

↪accuracy:

0.8350 - val\_loss: 0.3986 - val\_accuracy: 0.8220

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 65/100

20/20 [=====] - 22s 1s/step - loss: 0.4153 -

↪accuracy:

0.8075 - val\_loss: 0.4480 - val\_accuracy: 0.7850

Epoch 66/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.3851 -

↪accuracy:

0.8265 - val\_loss: 0.4031 - val\_accuracy: 0.8020

Epoch 67/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.3802 -

↪accuracy:

0.8250 - val\_loss: 0.3890 - val\_accuracy: 0.8260

Epoch 68/100

20/20 [=====] - 21s 1s/step - loss: 0.3670 -

↪accuracy:

0.8410 - val\_loss: 0.3884 - val\_accuracy: 0.8300

Epoch 69/100

20/20 [=====] - 20s 991ms/step - loss: 0.3724 -

accuracy: 0.8325 - val\_loss: 0.4043 - val\_accuracy: 0.8130

Epoch 70/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.3827 -

↪accuracy:

0.8190 - val\_loss: 0.4313 - val\_accuracy: 0.8050

Epoch 71/100

20/20 [=====] - 20s 1s/step - loss: 0.3618 -

↪accuracy:

0.8355 - val\_loss: 0.3655 - val\_accuracy: 0.8440

Epoch 72/100

20/20 [=====] - 20s 973ms/step - loss: 0.3536 -

accuracy: 0.8405 - val\_loss: 0.4109 - val\_accuracy: 0.8300

Epoch 73/100

20/20 [=====] - 20s 991ms/step - loss: 0.3770 -

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

accuracy: 0.8320 - val\_loss: 0.3774 - val\_accuracy: 0.8210

Epoch 74/100

20/20 [=====] - 20s 983ms/step - loss: 0.3588 -

accuracy: 0.8355 - val\_loss: 0.4374 - val\_accuracy: 0.7970

Epoch 75/100

20/20 [=====] - 19s 957ms/step - loss: 0.3662 -

accuracy: 0.8395 - val\_loss: 0.3676 - val\_accuracy: 0.8400

Epoch 76/100

20/20 [=====] - 19s 956ms/step - loss: 0.3374 -

accuracy: 0.8530 - val\_loss: 0.3759 - val\_accuracy: 0.8260

Epoch 77/100

20/20 [=====] - 19s 947ms/step - loss: 0.3322 -

accuracy: 0.8565 - val\_loss: 0.3835 - val\_accuracy: 0.8350

Epoch 78/100

20/20 [=====] - 19s 945ms/step - loss: 0.3376 -

accuracy: 0.8535 - val\_loss: 0.3811 - val\_accuracy: 0.8220

Epoch 79/100

20/20 [=====] - 19s 928ms/step - loss: 0.3464 -

accuracy: 0.8475 - val\_loss: 0.4276 - val\_accuracy: 0.7950

Epoch 80/100

20/20 [=====] - 19s 947ms/step - loss: 0.3280 -

accuracy: 0.8505 - val\_loss: 0.3575 - val\_accuracy: 0.8370

Epoch 81/100

20/20 [=====] - 19s 940ms/step - loss: 0.3296 -

accuracy: 0.8560 - val\_loss: 0.3562 - val\_accuracy: 0.8430

Epoch 82/100

20/20 [=====] - 19s 942ms/step - loss: 0.3248 -

accuracy: 0.8615 - val\_loss: 0.3590 - val\_accuracy: 0.8370

Epoch 83/100

20/20 [=====] - 19s 940ms/step - loss: 0.3230 -

accuracy: 0.8615 - val\_loss: 0.3659 - val\_accuracy: 0.8450

Epoch 84/100

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

20/20 [=====] - 19s 941ms/step - loss: 0.3504 -  
accuracy: 0.8490 - val\_loss: 0.3701 - val\_accuracy: 0.8490

Epoch 85/100

20/20 [=====] - 19s 947ms/step - loss: 0.3072 -  
accuracy: 0.8720 - val\_loss: 0.3420 - val\_accuracy: 0.8560

Epoch 86/100

20/20 [=====] - 19s 939ms/step - loss: 0.3232 -  
accuracy: 0.8620 - val\_loss: 0.3566 - val\_accuracy: 0.8460

Epoch 87/100

20/20 [=====] - 19s 947ms/step - loss: 0.3119 -  
accuracy: 0.8630 - val\_loss: 0.3518 - val\_accuracy: 0.8380

Epoch 88/100

20/20 [=====] - 19s 938ms/step - loss: 0.3085 -  
accuracy: 0.8635 - val\_loss: 0.3693 - val\_accuracy: 0.8270

Epoch 89/100

20/20 [=====] - 19s 928ms/step - loss: 0.3064 -  
accuracy: 0.8640 - val\_loss: 0.3723 - val\_accuracy: 0.8410

Epoch 90/100

20/20 [=====] - 19s 950ms/step - loss: 0.3120 -  
accuracy: 0.8570 - val\_loss: 0.3511 - val\_accuracy: 0.8570

Epoch 91/100

20/20 [=====] - 19s 941ms/step - loss: 0.2994 -  
accuracy: 0.8700 - val\_loss: 0.3601 - val\_accuracy: 0.8400

Epoch 92/100

20/20 [=====] - 19s 924ms/step - loss: 0.2923 -  
accuracy: 0.8775 - val\_loss: 0.3364 - val\_accuracy: 0.8540

Epoch 93/100

20/20 [=====] - 19s 942ms/step - loss: 0.2914 -  
accuracy: 0.8695 - val\_loss: 0.3497 - val\_accuracy: 0.8530

Epoch 94/100

20/20 [=====] - 19s 944ms/step - loss: 0.3335 -  
accuracy: 0.8580 - val\_loss: 0.3311 - val\_accuracy: 0.8550

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Epoch 95/100

20/20 [=====] - 19s 931ms/step - loss: 0.3013 - accuracy: 0.8740 - val\_loss: 0.3570 - val\_accuracy: 0.8460

Epoch 96/100

20/20 [=====] - 19s 948ms/step - loss: 0.3037 - accuracy: 0.8625 - val\_loss: 0.3471 - val\_accuracy: 0.8530

Epoch 97/100

20/20 [=====] - 19s 936ms/step - loss: 0.2998 - accuracy: 0.8765 - val\_loss: 0.3195 - val\_accuracy: 0.8670

Epoch 98/100

20/20 [=====] - 19s 942ms/step - loss: 0.2704 - accuracy: 0.8880 - val\_loss: 0.3500 - val\_accuracy: 0.8560

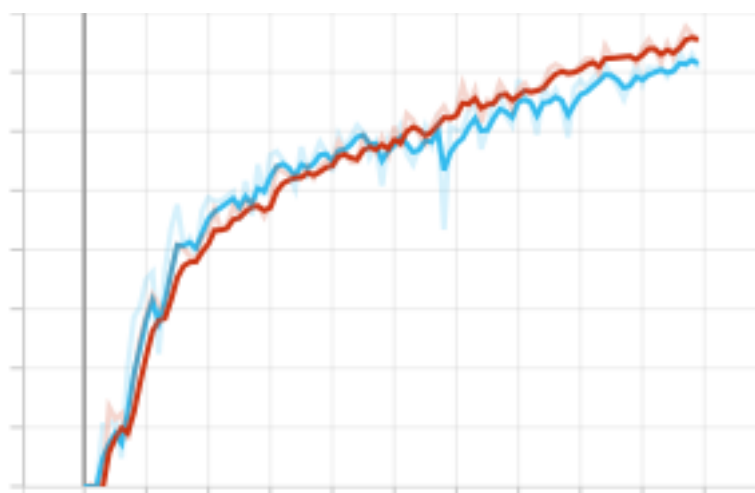
Epoch 99/100

20/20 [=====] - 19s 941ms/step - loss: 0.2663 - accuracy: 0.8815 - val\_loss: 0.3246 - val\_accuracy: 0.8650

Epoch 100/100

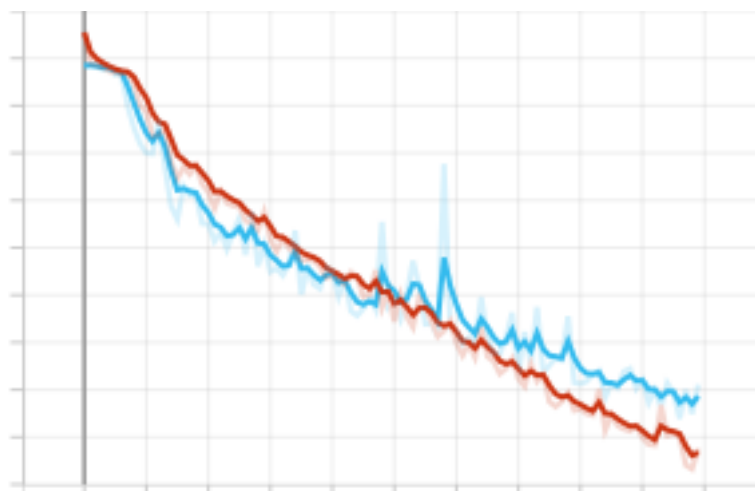
20/20 [=====] - 19s 947ms/step - loss: 0.2881 - accuracy: 0.8755 - val\_loss: 0.3555 - val\_accuracy: 0.8530

La siguiente gráfica corresponde al modelo obtenido según su precisión, con un intervalo en las abscisas de 0.02 y su valor máximo en dicho eje es de 0.87. El intervalo en las ordenadas es de 10, corresponde a las épocas.



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

La siguiente gráfica corresponde al modelo según su pérdida. El intervalo en las abscisas es en este caso de 0.02 y su valor máximo en dicho eje es de 0.72.



La ventaja de este modelo es que sigue creciendo, aunque parece que aparece *overfitting* en la gráfica de pérdida, también es posible apreciar que en la gráfica de precisión las dos curvas siguen avanzando en paralelo y sin alejarse, por lo tanto, se convierte en un modelo a tomar en cuenta pues presenta buenos valores de precisión.

```
[24]: # Predicción devuelve [P(gato), P(perro)]
img = tf.keras.preprocessing.image.load_img("im/p2.jpeg",
    ↪target_size=(150,150))
im_arr = tf.keras.preprocessing.image.img_to_array(img)
im_batch = np.expand_dims(im_arr, axis=0)
prediction = model1.predict(im_batch)
print("El valor de p1.jpeg es:",prediction)
img = tf.keras.preprocessing.image.load_img("im/g2.jpeg",
    ↪target_size=(150,150))
im_arr = tf.keras.preprocessing.image.img_to_array(img)
im_batch = np.expand_dims(im_arr, axis=0)
prediction = model1.predict(im_batch)
```

Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

```
print("El valor de g1.jpeg es:",prediction)
```

1/1 [=====] - 0s 14ms/step

El valor de p1.jpeg es: [[-1253.6305 1125.8881]]

1/1 [=====] - 0s 12ms/step

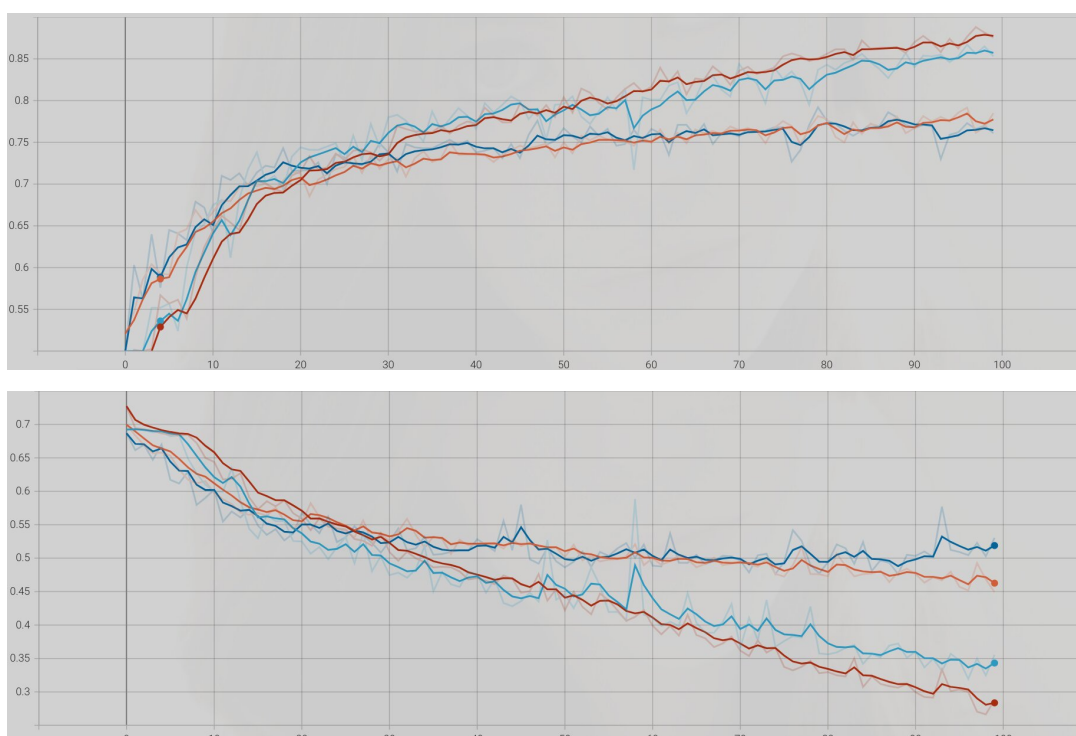
El valor de g1.jpeg es: [[ 34.240738 -74.94243 ]]

Al probar este nuevo modelo con las imágenes de la carpeta `im`, tal y como hicimos anteriormente, es posible notar que este modelo falla en mayor número de ocasiones que el anterior.

## 5.4. Conclusión

En esta práctica se ha probado disminuir el overfitting de una red neuronal convolucional que distingue perros y gatos por medio de imágenes. Se han probado numerosos modelos y se han seleccionado dos de ellos para mostrarlos en este documento, mientras que algunos otros se encuentran en otro notebook.

De estos dos modelos, se prefiere aquel que, aunque con una menor precisión, tuvo mejores resultados en la pequeña prueba que se hizo con imágenes adicionales posterior al entrenamiento. En seguida se muestran las gráficas comparativas de ambos modelos, arriba la correspondiente a la precisión y posteriormente aquella de la pérdida.



Asignatura	Datos del alumno	Fecha
<b>Sistemas cognitivos artificiales</b>	Bernal Castillo Aldo Alberto Domínguez Espinoza Edgar Uriel Valdivia Medina Frank Edil	21 de agosto de 2022

Se pueden hacer las siguientes observaciones particulares:

- El aumento de datos es fundamental, por si solo resuelve el problema del overfitting y consigue un modelo de hasta 0.76 como valor de precisión en la validación.
- Los modelos sin capas Dense probados en la iteración de modelos resultan menos variables y pueden llegar a tener una buena precisión.
- Las capas de convolución con una máscara menor (por ejemplo, 3x3) permiten llegar a una precisión más alta; mientras que aquellos con una máscara mayor (por ejemplo, 5x5) permiten menor precisión pero menor varianza en los modelos.
- Las capas Dropout ayudan a disminuir el overfitting de un modelo, sin embargo, si el valor de la capa es excesivo, puede evitar el aprendizaje.
- Las capas de Normalización colocadas después de una capa de convolución no impactan en el modelo por si solas. Ayudan a reducir el overfitting si son usadas constantemente, aunque no ayudan con la varianza.
- Parece que el optimizador Adam adapta mejor el valor de *learning rate* automáticamente. Definir este valor de forma manual puede ser innecesario en estos casos.

Es posible suponer que un modelo con una precisión mayor o igual a 0.75 es un modelo utilizable para una aplicación de usuario final siempre y cuando el mismo tenga una varianza controlada, una precisión mayor no será lo mejor si la varianza es muy alta o existe overfitting.

Finalmente, aclarar que algunos modelos del anexo pueden presentar resultados superiores a los del documento final, no fueron seleccionados porque es muy complicado repetir el modelo con resultados similares a los mostrados (tal y como puede verse en el notebook anexo), por eso se decidió guardar los entrenamientos, pese a esto, se ha considerado que el resultado no es repetible y comprobable, en consecuencia, no son la mejor opción para una aplicación real.

## Referencias

Kinsley, H. (2019). Python programming tutorials.