

IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA INTERPRETACIÓN DE LA PRUEBA PROYECTIVA "MACHOVER" BASADA EN REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Karina Castillo Martínez¹, Juan Antonio Aguilar Rodríguez¹, José Guadalupe Robles Hernández², Ruth Sarahi Verde Mercado³

¹ *Universidad Autónoma de Occidente UR Mazatlán (MÉXICO)*

² *Universidad Autónoma de Occidente UR Culiacán (MÉXICO)*

³ *Instituto Tecnológico de Chilpancingo (MÉXICO)*

Resumen

Las redes neuronales artificiales inspiradas en la biología humana, estructuradas por elementos que se comportan de manera análoga a las neuronas en las funciones más elementales y están organizadas de una forma similar a la del cerebro humano. Han permitido a la inteligencia artificial potenciar su capacidad para aprender a partir de la información analizada, tal como lo haría el órgano que derivó en su creación. Haciendo uso de estas capacidades, se presenta en este trabajo de investigación la implementación de la primera etapa de una inteligencia artificial basada en redes neuronales artificiales que intenta emular la experticia de un psicólogo para interpretar los resultados de la prueba proyectiva de Karen Machover "Test de la Figura Humana".

Palabras clave: IA, redes neuronales artificiales, test de la figura humana.

Abstract

Artificial neural networks inspired by human biology, structured by elements that behave analogously to neurons in the most basic functions and are organized in a way like that of the human brain. They have allowed artificial intelligence to enhance its ability to learn from the information analyzed, just as the organ that led to its creation would do. Making use of these capabilities, this research work presents the implementation of the first stage of an artificial intelligence based on artificial neural networks that attempts to emulate the expertise of a psychologist to interpret the results of Karen Machover's projective test "Human Figure Test".

Keywords: AI, artificial neural networks, human figure test.

1 INTRODUCCIÓN

En la década de 1880, Francis Galton desarrolla las primeras pruebas modernas basadas en un examen de habilidades sensoriales y motoras en busca de medir la inteligencia de los participantes [1]. En la actualidad las pruebas psicométricas son utilizadas por diversas organizaciones en áreas que van desde los recursos humanos con el propósito de medir las habilidades y conocimientos requeridos de potenciales colaboradores para ocupar puestos a partir de sus competencias [2]. A lo largo del tiempo ha sido posible diferenciar, otra manera de efectuar la medición por medio de los instrumentos denominados proyectivos, mencionados así por Frank en 1939; donde se busca una descripción abarcativa de la personalidad a través de estímulos ambiguos [3]. Existen diferentes pruebas proyectivas diseñadas con propósitos específicos, para este proyecto se ha elegido "La Figura Humana", Test Proyectivo de Karen Machover. Este es un método proyectivo ampliamente utilizado en la evaluación psicológica. Mediante el análisis de elementos como la proporción, la posición, la integración de partes y otros detalles de las figuras humanas dibujadas por las personas, es posible obtener indicios de aspectos emocionales, de personalidad y de la salud mental [4].

Con base en lo anterior se presenta una propuesta tecnológica basada en Inteligencia Artificial (IA) y Redes Neuronales Artificiales (RNA), la cual podrá identificar y analizar patrones específicos en los dibujos

brindando información objetiva con apoyo de expertos en salud mental. Todo ello con el objetivo de presentar las etapas de análisis y desarrollo de una IA basada en la implementación de una RNA preentrenada que permita interpretar el test proyectivo Machover como una herramienta automatizada. Del cual se deriva el cuestionamiento: ¿Mediante el diseño e implementación de una IA entrenada en el análisis de la figura humana, es posible automatizar el proceso de evaluación del test proyectivo Machover? Esta herramienta podrá ser utilizada como un complemento a la evaluación clínica realizada por profesionales de la salud mental, proporcionando información en apoyo a la toma de decisiones para un diagnóstico eficiente y preciso.

1.1 Test Proyectivo Machover

La aplicación del test proyectivo "Machover" consiste en presentarle al sujeto una hoja de papel blanco, un lápiz y una goma de borrar y pedirle que dibuje a una persona. Mientras el sujeto trabaja, el examinador va tomando notas disimuladamente de su identificación, del tiempo aproximado que emplea en dibujar cada parte del cuerpo y el sexo que dibujó primero, de los comentarios que realiza mientras dibuja, etc. Cuando termina, se le da otra hoja y se le pide que dibuje otra figura humana del sexo contrario [5].

1.2 Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) es un campo amplio que abarca diversas disciplinas, incluidas la informática, el análisis de datos y las estadísticas, la ingeniería de software, la lingüística, la neurociencia, la filosofía y la psicología [6]. A nivel operativo para el uso organizacional, la IA es un conjunto de tecnologías que se basan principalmente en el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo [7], que se usan para el análisis de datos, la generación de predicciones y previsiones, la categorización de objetos, el procesamiento de lenguaje natural, la recuperación inteligente de datos entre otras.

1.3 Redes Neuronales Artificiales

Las redes neuronales artificiales (RNA) están compuestas de conjuntos de nodos organizados en capas, y se integran de una capa de entrada, una o más capas ocultas y una capa de salida. Cada nodo se conecta con otro y tiene un peso y umbral asociados. Si la salida de cualquier nodo individual está por encima del valor del umbral especificado, ese nodo se activa y envía datos a la siguiente capa de la red, de lo contrario no se pasa ningún dato a la siguiente capa [8].

1.4 Aprendizaje Automático

El aprendizaje automático (ML) permite que las organizaciones proporcionen datos relevantes a la RNA con el fin de entrenarla en la solución de problemas específicos con algoritmos especializados mediante la compilación, la prueba, la iteración y la implementación de modelos analíticos es posible identificar patrones que dan sentido a los datos analizados. Este proceso debe supervisarse y ajustarse de forma continua a medida que las condiciones y/o los datos cambian [9].

1.5 Rectified Linear Unit

Función de activación (ReLU) utilizada para el aprendizaje de RNA's, la fórmula que utiliza es sencilla, regresando lo que sea mayor $\max(0, x)$ ya sea cero o x , si el número es menor a cero el resultado será cero y si es mayor a cero el resultado será x con el mismo número de la entrada [10]. Una de las ventajas de ReLU es que esta función no está acotada para números positivos por ello el resultado da un gradiente constante generando un aprendizaje rápido, logrando entrenar redes más profundas. Un inconveniente que puede presentarse es que al momento de regresar a cero para todos los números negativos se pueden generar lo que son las neuronas muertas y comienzan a dar un valor en cero [11].

2 METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación pretende sentar las bases para el análisis y desarrollo de una herramienta que sea capaz de interpretar los resultados de las pruebas basadas en el "Test Proyectivo de la Figura Humana, Machover", a través del diseño de una inteligencia artificial que utilice redes neuronales

artificiales. Para tal efecto se utilizarán herramientas informáticas que provean de elementos técnicos para su diseño, tales como: TensorFlow, Python, Matplotlib, Datasets y la red preentrenada convolucional MobileNet.v2.

2.1 TensorFlow

Para el desarrollo de la IA y el ML TensorFlow es una tecnología que desempeña un papel importante. Este hace referencia a una librería de código libre para ML desarrollada por Google para la implementación de RNA's. TensorFlow permite construir y entrenar redes neuronales para detectar patrones y razonamientos que asemejan al de los humanos. Esta librería es multiplataforma debido a que puede trabajar con unidades de procesamiento gráfico (GPU's), unidades centrales de procesamiento (CPU's) y con unidades de procesamiento de tensores (TPU's) [12].

2.2 Python

Es un lenguaje de programación de código abierto de alto nivel y fue desarrollado por Guido Van Rossum en 1991. Se trata de un lenguaje orientado a objetos con una sintaxis que permite leerlo de manera semejante a como se lee el inglés. Es un lenguaje interpretado, lo cual significa que el código de programación se convierte en bytecode y luego se ejecuta por el intérprete de la máquina virtual de Python [13].

2.3 Matplotlib

Es una librería de Python especializada en la creación de gráficos que permite presentar los resultados de forma gráfica [13].

2.4 Datasets

Nos permite almacenar datos a través un sistema estructurados para entrenar a la RNA de tal forma que, entre mayor cantidad de datos, la eficiencia del proceso será mayor [13].

2.5 Red MobileNet-v2

Es una red preentrenada que puede clasificar imágenes en 1000 categorías de objetos. Como resultado, esta red ha aprendido representaciones ricas en características para una amplia gama de imágenes. Lo cual resulta útil para la identificación de elementos que integran a la figura humana [14].

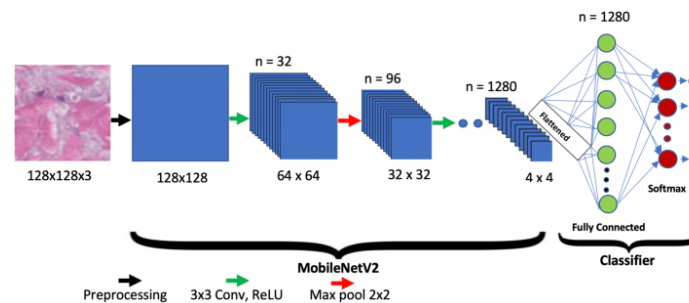


Figura 1. Red MobileNet-v2.

3 RESULTADOS

3.1 Análisis

Para efectos del reconocimiento de las partes que integran a la figura humana se recomienda relacionar las formas anatómicas del cuerpo con figuras geométricas tal como los seres humanos interpretan las formas a través de la paradiolia, es decir, con base en la identificación de esferas y cilindros es posible relacionar partes del cuerpo como la cabeza, los brazos y el torso [15].

3.2 Diseño

En este proyecto se implementó una red neuronal convolucional preentrenada, la cual se utilizó para el análisis e identificación de imágenes de figuras humanas mediante el procesamiento de datos con una tipología similar a una matriz cuyo fin es detectar y clasificar cada forma anatómica. La RNA contiene 53 capas de nodos de profundidad en su estructura y puede cargar una versión preentrenada de la red entrenada en más de un millón de imágenes desde la base de datos de ImageNet. Las capas de nodos cuentan con una capa de entrada, capas ocultas y una capa de salida, donde todos los nodos están conectados con un valor asociado de manera que, si la salida de un nodo individual posee un valor por encima del valor umbral especificado de cada nodo, dicho nodo se activa y envía la información a la siguiente capa de la red. De esta forma la red comienza a entrenarse para poder así diferenciar si la imagen, dibujo o pintura pertenece a un cuerpo humano ofreciendo una mayor precisión en el resultado aprendiendo con representaciones abstractas de los datos que reciben de las imágenes [16]. Para todo lo anterior se implementó la red preentrenada Red MobileNet-v2.

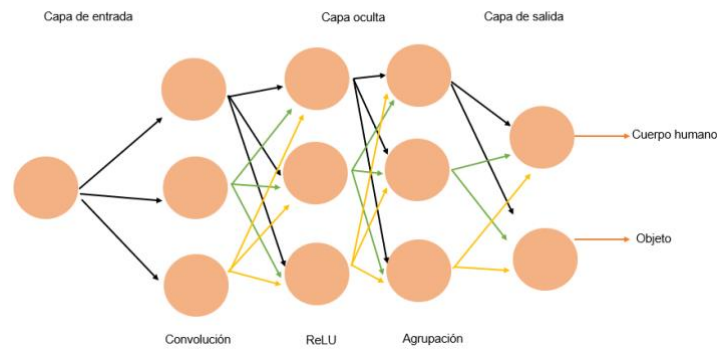


Figura 2. Estructura de la RNA.

3.3 Desarrollo

A continuación, se presentarán algunos segmentos de código en Python relevantes para el entrenamiento de la RNA, cabe puntualizar que actualmente el proyecto se encuentra en la etapa del reconocimiento de la figura humana en la cual se sientan las bases para la etapa de captura de imágenes desde los reactivos físicos, así como la etapa de interpretación de resultados automatizada.

3.3.1 Creación de los orígenes de datos

Se crean los directorios en donde se almacenarán los DataSets.

```

0 s ✓ #Se crean las carpetas para las imagenes
mkdir /content/cuerpos
    
```

Figura 3. Creación de carpetas con imágenes de figuras humanas.

3.3.2 Importando librerías Matplotlib

Se utilizarán para la creación de gráficos bidimensionales.

```

#Mostrar imagenes de la carpeta cuerpos
import os
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.image as mpimg

plt.figure(figsize=(15,15))

carpeta = '/content/cuerpos'
imagenes = os.listdir(carpeta)

for i, nombreimg in enumerate(imagenes[:25]):
    plt.subplot(5,5,i+1)
    imagen = mpimg.imread(carpeta + '/' + nombreimg)
    plt.imshow(imagen)
    
```

Figura 4. Importación de librerías Matplotlib.

3.3.3 Creación del DataSets

Se crean un conjunto de datos, ordenados bajo un sistema de almacenamiento que otorga los lineamientos principales de búsqueda o directorios de la información con la fuente de datos.

```
#Se crean las carpetas para hacer el set de datos
!mkdir /content/dataset
!mkdir /content/dataset/cuerpos
!mkdir /content/dataset/imagenes
```

Figura 5. Origenes de datos.

3.3.4 Resultados del entrenamiento de la RNA

A continuación se presentan los resultados del entrenamiento de la RNA. Después de haber homologado las imágenes en cuanto a tamaño y resolución, se toma una muestra de 10 imágenes con el generador de entrenamiento figura 6. Posteriormente se activa el modelo y se analizan los resultados a través del resumen del modelo figuras 7 y 8. Finalmente se compila el modelo y se analizan los resultados del entrenamiento figuras 9 y 10.

```
#Imprimir imagenes del generador de entrenamiento
for imagen, etiqueta in data_gen_entrenamiento:
    for i in range(10):
        plt.subplot(2,5,i+1)
        plt.xticks([])
        plt.yticks([])
        plt.imshow(imagen[i])
    break
plt.show()
```

Found 476 images belonging to 2 classes.
Found 118 images belonging to 2 classes.

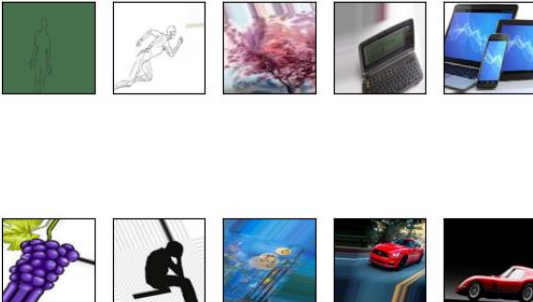


Figura 6. DataSet para entrenamiento.

```
modelo = tf.keras.Sequential([
    ... mobilenetv2,
    ... tf.keras.layers.Dense(2, activation='softmax')
])
```

Figura 7. Activación del modelo.

```
[14] #Resumen del modelo
modelo.summary()
```

```
Model: "sequential"
-----
Layer (type)                Output Shape         Param #
-----
keras_layer (KerasLayer)    (None, 1280)        2257984
dense (Dense)                (None, 2)           2562
-----
Total params: 2,260,546
Trainable params: 2,562
Non-trainable params: 2,257,984
-----
```

Figura 8. Resumen del modelo.

```

0s #Compilamos
modelo.compile(
    optimizer='adam',
    loss='categorical_crossentropy',
    metrics=['accuracy'])
    
```

Figura 9. Compilación del modelo.

```

11s [16] #entrenamiento del modelo
EPOCAS = 75

hitorial = modelo.fit(
    data_gen_entrenamiento, epochs=EPOCAS, batch_size=32,
    validation_data=data_gen_pruebas
)

15/15 [=====] - 39s 3s/step - loss: 0.0166 - accuracy: 0.9937 - val_loss: 0.0978 - val_accuracy
Epoch 48/75
15/15 [=====] - 38s 3s/step - loss: 0.0215 - accuracy: 0.9937 - val_loss: 0.1381 - val_accuracy
Epoch 49/75
15/15 [=====] - 36s 2s/step - loss: 0.0194 - accuracy: 0.9958 - val_loss: 0.1048 - val_accuracy
Epoch 50/75
15/15 [=====] - 36s 2s/step - loss: 0.0140 - accuracy: 0.9958 - val_loss: 0.0963 - val_accuracy
Epoch 51/75
15/15 [=====] - 36s 2s/step - loss: 0.0120 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 0.1151 - val_accuracy
Epoch 52/75
15/15 [=====] - 36s 2s/step - loss: 0.0195 - accuracy: 0.9958 - val_loss: 0.0872 - val_accuracy
Epoch 53/75
15/15 [=====] - 36s 2s/step - loss: 0.0155 - accuracy: 0.9958 - val_loss: 0.0715 - val_accuracy
Epoch 54/75
15/15 [=====] - 36s 2s/step - loss: 0.0133 - accuracy: 0.9979 - val_loss: 0.0886 - val_accuracy
Epoch 55/75
    
```

Figura 10. Resultados del entrenamiento de la RNA.

3.3.5 Gráficas de precisión

Con el propósito de cuantificar el rendimiento en el entrenamiento de la RNA, se generaron gráficas de precisión figura 8, en donde los valores arrojados en cuanto al volumen de pruebas y la capacidad de captación de la RNA resultaron aceptables, así como la relación entre el volumen de pérdidas tanto en las pruebas como en el entrenamiento figura 9.

```

0s [17] #Gráficas de precisión
acc = hitorial.history['accuracy']
val_acc = hitorial.history['val_accuracy']

loss = hitorial.history['loss']
val_loss = hitorial.history['val_loss']

rango_epocas = range(75)

plt.figure(figsize=(8,8))
plt.subplot(1,2,1)
plt.plot(rango_epocas, acc, label='Precisión Entrenamiento')
plt.plot(rango_epocas, val_acc, label='Precisión Pruebas')
plt.legend(loc='lower right')
plt.title('Precisión de entrenamiento y pruebas')

plt.subplot(1,2,2)
plt.plot(rango_epocas, loss, label='Pérdida de entrenamiento')
plt.plot(rango_epocas, val_loss, label='Pérdida de pruebas')
plt.legend(loc='upper right')
plt.title('Pérdida de entrenamiento y pruebas')
plt.show()
    
```

Figura 8. Implementación de las gráficas de precisión.

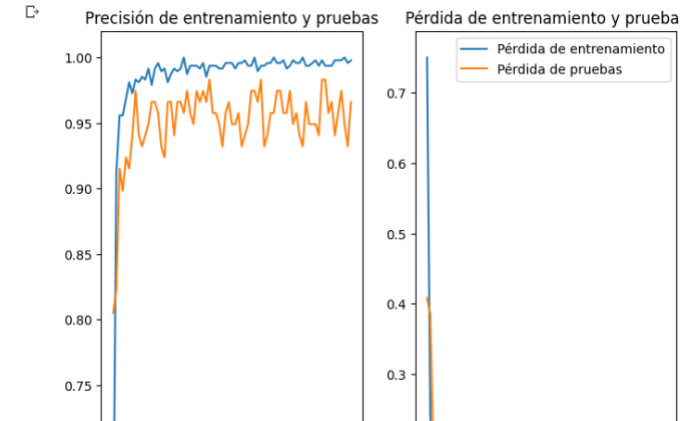




Figura 9. Visualización de gráficas de precisión.

4.2.6 Resultado

A continuación, en la tabla 1, se muestran los resultados del entrenamiento de la RNA al analizar dos imágenes con distinta clasificación, un automóvil y el dibujo de una figura humana.

Tabla 1. Tabla de resultados.

Objeto analizado	Resultado del análisis
	<pre> #0 = cuerpo, 1 = objeto url = 'https://www.kia.com/content/dam/kwcms/gt/en/images/discover-kia/voice-search/parts-80-1.jpg' prediccion = categorizar (url) if prediccion == 0: print("Es un cuerpo Humano") elif prediccion == 1: print("Es un objeto") </pre> <p>1/1 [=====] - 0s 56ms/step Es un objeto</p>
	<pre> #0 = cuerpo, 1 = objeto url = 'https://i.pinimg.com/originals/33/57/a6/3357a6d684b617c02f4f59931a92ddd3.jpg' prediccion = categorizar (url) if prediccion == 0: print("Es un cuerpo Humano") elif prediccion == 1: print("Es un objeto") </pre> <p>1/1 [=====] - 1s 964ms/step Es un cuerpo Humano</p>

4 CONCLUSIONES

Las tecnologías de la información se han abierto paso en diferentes ámbitos de la vida cotidiana, de forma paulatina han ocupado espacios que por su naturaleza compleja eran exclusivos del ser humano. Desde dispositivos que han definido aspectos culturales en las sociedades hasta artefactos que en la búsqueda de la semejanza tanto en comportamiento como en estructura de sus creadores le han permitido explorar espacios que hace algunas décadas era impensables. La inteligencia artificial por su parte, a través de su capacidad para analizar información, identificar patrones y tomar decisiones. Han dotado de una dosis de comportamiento racional a artefactos que desde su concepción eran diseñados para realizar tareas acotadas y repetitivas.

Por su parte las redes neuronales artificiales inspiradas en la biología humana, estructuradas por elementos que se comportan de manera análoga a las neuronas en las funciones más elementales y están organizadas de una forma similar a la del cerebro humano. Han permitido a la inteligencia artificial potenciar su capacidad para aprender a partir de la información analizada, tal como lo haría el órgano que derivó en

su creación. Haciendo uso de estas capacidades, se presenta en este trabajo de investigación la implementación de la primera etapa de una inteligencia artificial basada en redes neuronales artificiales que intenta emular la experticia de un psicólogo para interpretar los resultados de la prueba proyectiva de Karen Machover "Test de la Figura Humana".

En esta etapa se logró entrenar a la red neuronal artificial para que identifique objetos que representen a la figura humana y que discrimine todo objeto que no coincida con las características anatómicas que define al humano. Utilizando Python como lenguaje de programación y un conjunto de tecnologías especializadas que permitieron optimizar procesos de entrenamiento de la RNA, se logró el objetivo planteado en este trabajo. Sentar las bases para la creación de una herramienta basada en la IA para el apoyo en la interpretación de la prueba proyectiva "Machover" con el espíritu de ofrecer un vehículo que permita especialmente a los psicólogos experimentales ampliar sus horizontes en el desarrollo científico de la psicometría.

REFERENCIAS

- [1] M. A. Meneu. Test del dibujo de la figura humana, 2022. [psicologia-online.com. https://www.psicologia-online.com/test-del-dibujo-de-la-figura-humana-2596.html](https://www.psicologia-online.com/test-del-dibujo-de-la-figura-humana-2596.html)
- [2] UNIR. ¿En qué consiste la psicometría? 2020 <https://www.unir.net/salud/reviseta/que-es-psicometria/>
- [3] M. Soave. Manual de técnicas proyectivas. Primera edición. Córdoba: Brujas. Libro digital PDF. ISBN 978-987-591-754-5, 2016.
- [4] K. Arango, K. Test de la figura humana de Karen Machover y su aplicación. Psicocode, 2020. <https://psicocode.com/psicologia/test-figura-humana>
- [5] K. Machover. "La figura humana". Test proyectivo de Karen Machover, 1973.
- [6] ¿Qué es la inteligencia artificial o IA? | Google Cloud | Google Cloud. (s. f.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419>
- [7] R. Arrabales. Deep Learning: qué es y por qué va a ser una tecnología clave en el futuro de la inteligencia artificial. Xataka.com; Xataka, 2016. <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/deep-learning-que-es-y-por-que-va-a-ser-una-tecnologia-clave-en-el-futuro-de-la-inteligencia-artificial>
- [8] I. G. R. Gavilán. Catálogo de componentes de redes neuronales (I): capas. Ignacio G.R. Gavilán, 2020. <https://ignaciogavilan.com/catalogo-de-componentes-de-redes-neuronales-i-capas/>
- [9] ¿Qué es el aprendizaje automático? | Google Cloud | Google Cloud. (s. f.). Google Cloud. <https://cloud.google.com/learn/what-is-machine-learning?hl=es-419>
- [10] D. Calvo, D. Función de activación - Redes neuronales. Diego Calvo, 2018. <https://www.diegocalvo.es/funcion-de-activacion-redes-neuronales/>
- [11] B. Krishnamurthy. An introduction to the ReLU activation function. Built In, 2022. <https://builtin.com/machine-learning/relu-activation-function>
- [12] P. P. Torralba. Qué son las Redes Neuronales Convolucionales. Thinking for Innovation, 2022. <https://www.iebschool.com/blog/redes-neuronales-convolucionales-big-data/>
- [13] Manual de referencia Python, 2016. <https://docs.python.org/es>
- [14] Red Neuronal convolucional MobileNet-V2 - MATLAB MobilenetV2 - MathWorks España. (s. f.). <https://es.mathworks.com/help/deeplearning/ref/mobilenetv2.html>
- [15] ResearchGate: https://www.researchgate.net/figure/The-proposed-MobileNetV2-network-architecture_fig1_350152088
- [16] L. Perez. Descubre la IA que reconoce imágenes. Neuroflash, 2023. <https://neuroflash.com/es/blog/descubre-la-ia-que-reconoce-imagenes/>