Contenido

[**CAPÍTULO II – “MATERIALES Y MÉTODOS”** 2](#_Toc150717011)

[2.1 Hardware 2](#_Toc150717012)

[2.1.1 Placas de desarrollo 2](#_Toc150717013)

[2.1.2 Raspberry Pi 3 Modelo B 2](#_Toc150717014)

[2.1.2 ESP-32 2](#_Toc150717015)

[2.1.3 As7265x 2](#_Toc150717016)

[2.2 Software 2](#_Toc150717017)

[2.2.1 Frontend 2](#_Toc150717018)

[2.2.2 Python 2](#_Toc150717019)

[2.2.3 Base Datos 2](#_Toc150717020)

[2.2.4 Django 2](#_Toc150717021)

[2.2.3 C 2](#_Toc150717022)

[2.3 Detección Multivariable 2](#_Toc150717023)

[2.3.1 Métodos Detección Multivariable 2](#_Toc150717024)

[2.3.2 Introducción a Redes Neuronales 2](#_Toc150717025)

[- Neurona Bilógica 2](#_Toc150717026)

[- Neurona de McCulloch-Pitts 2](#_Toc150717027)

[- Neurona Artificial 2](#_Toc150717028)

[2.3.3 Redes Neuronales 2](#_Toc150717029)

[2.3.4 Entrenamiento de Redes Neuronales 2](#_Toc150717030)

[Referencias 2](#_Toc150717031)

[Anexos 2](#_Toc150717032)

Glosario de Términos:

* USB: (Universal Serial Bus). Protocolo universal de comunicación en serie entre dispositivos informáticos, usado comúnmente para conectar memorias flash, cámaras, impresoras, etc.
* UART: (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Protocolo de comunicación en serie asíncrona entre dispositivos. Permite la transmisión de datos bit a bit.
* HDMI: (High-Definition Multimedia Interface). Interfaz multimedia de alta definición que permite la transmisión digital de video, audio y otros datos.
* SSH: (Secure Shell). Protocolo de red que permite establecer sesiones remotas seguras en equipos de forma transparente.
* VNC: (Virtual Network Computing). Protocolo que permite el control remoto gráfico de computadoras a través de una red. Útil para asistencia remota.
* IOT: (Internet of Things). Internet de las cosas, paradigm donde dispositivos físicos se conectan a internet y pueden interactuar entre sí y con los usuarios.
* OTA: (Over-The-Air). Actualización de software mediante transmisión inalámbrica vía red celular u otros métodos.
* BLE: (Bluetooth Low Energy). Estándar Bluetooth de bajo consumo usado en dispositivos conectados.
* HTML: (HyperText Markup Language). Lenguaje de marcado para crear páginas web.
* CSS: (Cascading Style Sheets). Lenguaje usado para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado como HTML. Permite separar la estructura del contenido de su representación o estilos visuales.
* RNA: (Redes Neuronales Artificiales). Modelos computacionales inspirados en el funcionamiento de las redes neuronales biológicas, capaces de aprender tareas complejas a partir de grandes conjuntos de datos.

# **CAPÍTULO II – “MATERIALES Y MÉTODOS”**

## 2.1 Hardware

El hardware es la parte física y tangible de los sistemas digitales, encargada de procesar y almacenar la información de manera automática. Está conformado por los diversos componentes electrónicos como microprocesadores, microcontroladores, memorias, circuitos integrados, tarjetas de expansión, pantallas, sensores y actuadores, entre otros elementos.

El hardware constituye la base material sobre la cual se ejecutan las instrucciones lógicas definidas en el software. Los circuitos electrónicos son los que efectivamente realizan operaciones aritméticas, de comparación, almacenamiento temporal y permanente de datos, todo ello gracias a los transistores que los componen. De no ser por la cualidad física y eléctrica de estos elementos construidos con silicio y otros materiales, no sería posible procesar la información de manera automática.

La correcta selección de cada elemento de hardware, su diseño y ensamblado resultan determinantes para lograr sistemas robustos, escalables, de alto rendimiento y fiables; pudiendo superar límites y abrir nuevas posibilidades gracias a la tecnología. Un sólido desarrollo de hardware es pilar para la concreción exitosa de proyectos electrónicos y digitales.

### 2.1.1 Placas de desarrollo

El abaratamiento de los costos de producción y la búsqueda de dispositivos con mayores capacidades de procesamiento y cómputo, fue generando procesadores más potentes y más pequeños. Esta miniaturización logro evolucionar y hacer más baratos los dispositivos de procesamiento, logrando que hoy en día una persona tenga complejas microcomputadoras capaces de realizar procesamiento de alto rendimiento, permitiendo que prácticamente cualquier estudiante, o individuo, interesado en desarrollar sistemas ingenieriles tenga acceso casi inmediato a diferentes tarjetas de desarrollo y sistemas embebidos, las cuales pueden ser utilizadas en prácticamente cualquier idea que el usuario quiera realizar(1)

Una placa de desarrollo es una tarjeta de circuito impreso diseñada para facilitar el desarrollo de prototipos electrónicos, donde se montan y conectan diferentes componentes electrónicos como microcontroladores, memorias, sensores, conectores y otros elementos, permitiendo probar y depurar software y hardware de forma rápida.

Más allá de los componentes internos, todas las placas de desarrollo comparten ciertas funcionalidades básicas como comunicación por USB/UART para programación, E/S digitales y analógicas para interacción con el mundo físico, memoria embebida, espacio para ensamblaje para añadir módulos externos y tamaño pequeño con posibilidades portabilidad. Estas características genéricas permiten el desarrollo flexible de todo tipo de prototipos electrónicos y sistemas embebidos.

La comunidad de desarrolladores de estas placas ha crecido considerablemente, lo que significa que existe una amplia gama de recurso y documentaciones para su desarrollo.

Al emplear este tipo de dispositivos en la detección de adulterantes, se puede reducir significativamente el costo de los equipos, lo que los hace más accesibles para una variedad de aplicaciones y entornos. Esto puede ser especialmente beneficioso en países en desarrollo, pequeñas empresas o laboratorios con presupuestos limitados, donde la adquisición de equipos costosos puede ser un obstáculo



Arduino Mega 2560 Rev3 Raspberry Pi 3 Model B



Esp-WROMM-32 Adafruit Feather RP2040



BeagleBone Black Rev C

### 2.1.2 Raspberry Pi 3 Modelo B

Uno de los dispositivos más utilizados dentro del área de los computadores de placa única es la Raspberry Pi, más específicamente si versión 3 modelo B, versión que presenta mejores prestaciones en cuanto a velocidad, puertos y potencia. Esta placa de computadora de bajo costo que permite la implantación de todo un sistema operativo, permitiendo utilizarla como un ordenador habitual, pero con menos prestaciones. Puede ser utilizada directamente desde una pantalla HDMI, hasta de forma remota mediante SSH o VNC. La versatilidad de esta placa permite desarrollar grandes proyectos

Cuenta con un potente procesador de cuatro núcleos y 1.2 GHz, lo que le permite realizar tareas computacionales de manera eficiente. Esto es fundamental para el procesamiento y análisis de datos. Viene con una amplia variedad de puertos de E/S, incluyendo puertos USB, HDMI, Ethernet y GPIO. Estos puertos permiten la conexión de diferentes sensores, actuadores y otros componentes necesarios para la implementación del detector de adulterantes. La versatilidad de la Raspberry Pi 3B hace que sea fácil de integrar con una amplia gama de dispositivos y periféricos externos.(2)

Otra característica destacada es que cuenta con Wi-Fi integrado y soporte para Bluetooth, lo que facilita la transferencia de datos y la comunicación con otros dispositivos.

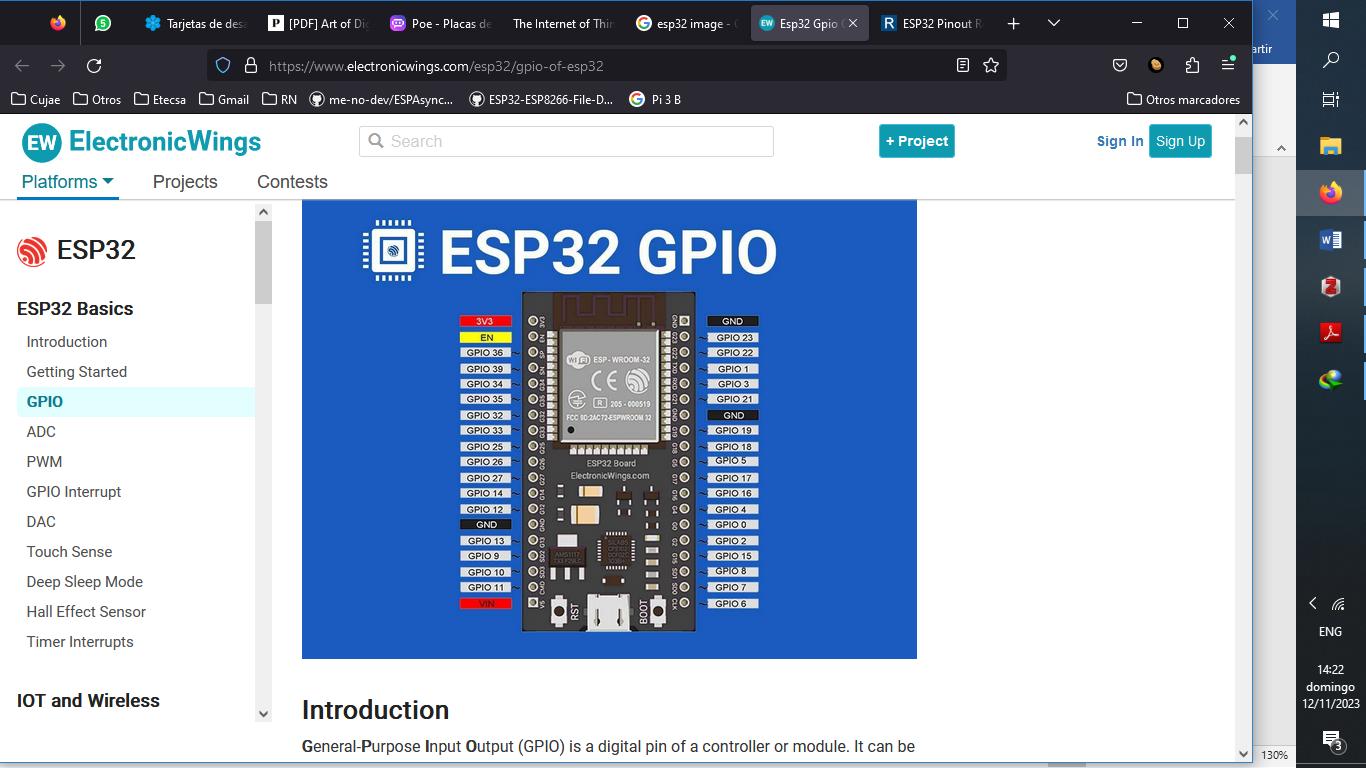
Tiene un amplio soporte de software y una comunidad de desarrolladores activa. Existen numerosos sistemas operativos y entornos de desarrollo disponibles, como Raspbian (basado en Linux), que brindan herramientas y recursos para programar y personalizar la funcionalidad del dispositivo según las necesidades específicas de detección de adulterantes. La comunidad de usuarios y desarrolladores ofrece foros, tutoriales y proyectos compartidos que pueden servir como referencia y apoyo en la implementación del detector.

**Raspberry Pi 3 Modelo B y sus elementos fundamentales.

### 2.1.2 ESP-32

El ESP32 es un dispositivo de bajas prestaciones con capacidades avanzadas, bajo costo y facilidad de uso. Presenta pines físicos que permiten la comunicación con el mundo exterior, además de módulos de Wi-Fi y Bluetooth, protocoles posibilitan su uso para programación OTA y aplicaciones IOT.

Este dispositivo es cada vez más adoptado por desarrolladores tanto profesionales como aficionados para el desarrollo de proyectos de baja hasta alta complejidad debido a sus altas prestaciones. Presenta un procesador de 32 bits de hasta 240MHz, con módulo de Wi-Fi (802.11n @ 2.4 GHz hasta 150 Mbit/s) y Bluetooth v4.2 BLE; junto a memorias ROM de 448 KiB, SRAM de 520 KiB y flash de 4MiB. Permite la conectividad con periféricos como: ADC, DAC, I2C, UART, Interfaz CAN 2.0, SPI, I2S, RMII y PWM. (3)



ESP32 y sus pines GPIO

### 2.1.3 As7265x

La familia AS7265x incorpora tres chips para ofrecer un conjunto de sensores multiespectrales de 18 canales que cubren las longitudes de ondas de 410nm a 940nm. El AS72651 cubre las longitudes de onda NIR de 600nm a 870nm y sirve como controlador maestro del conjunto. Cuando se combina con el AS72652 (respuesta espectral de 560nm a 940nm) y el AS72653 (respuesta espectral de 410nm a 535nm) el conjunto entero entrega 18 canales con filtro gaussiano con un ancho de banda de media anchura (FWHM) de 20nm.

El funcionamiento del conjunto de chips AS7265x requiere del uso de un firmware que debe cargarse en una memoria flash a través de una interfaz UART. Los sensores AS72651, AS72652 Y AS72653 están precalibrados con una fuente de luz específica.

Cada dispositivo tiene dos controladores LED integrados con corriente programable y puede ser temporizado para aplicaciones de obturación electrónica. La familia de dispositivos integra filtros gaussianos que también proporcionan aperturas incorporadas para controlar la luz que entra en el conjunto de sensores(4).



Sensor de espectroscopía SparkFun Triad -AS7265x

## 2.2 Software

Para la integración correcta y fluida entre los componentes físicos de un sistema y su parte lógica y software, es fundamental contar con un conjunto robusto de instrucciones y protocolos de comunicación. A través de estos mecanismos es posible el intercambio sistemático de datos e instrucciones entre el hardware tangible y las capas superiores de interfaz con el usuario.

Los programas, lenguajes y marcos de programación cumplen precisamente con el objetivo de lograr esta simbiosis entre lo físico y lo lógico. En la actualidad existen numerosas alternativas según el tipo de sistema, pero todos comparten la premisa de definir especificaciones claras sobre cómo debe producirse el diálogo digital entre los distintos niveles de abstracción.

A nivel de hardware, factores como la arquitectura de buses de datos, protocolos seriales y paralelos, y definición de registros de control, resultan cruciales para que los datos fluyan de forma ordenada. Asimismo, es necesario normalizar lenguajes de máquina y códigos de operación compatibles con cada microprocesador o microcontrolador.

Por otro lado, el software y firmware aportan la capa de abstracción e interfaces que permiten gestionar los eventos en forma entendible para el programador. Lenguajes de alto nivel, drivers, sistemas operativos embebidos, librerías y APIs cumplen esta labor mediante funciones, clases y métodos que se mapean luego a las instrucciones a nivel de hardware.

### 2.2.1 Frontend

Para el desarrollo efectivo de una interfaz web que permita la interacción entre usuarios y sistemas físicos, es fundamental contar con una capa intermediaria que se encargue de la comunicación de forma transparente y sencilla para el usuario final.

**HTML, CSS y JavaScript**

HTML, CSS y JavaScript son tres lenguajes para desarrollar páginas web que tienden a desarrollarse juntos, sus funcionalidades los hacen dependientes unos de los otros. Esta forma de programación es una de más básicas en cuanto al diseño web, y es necearía en toda página.

El Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML) es el código que se utiliza para estructurar y desplegar una página web y sus contenidos. Sus contenidos podrían ser párrafos, una lista con viñetas, o imágenes y tablas de datos. Es el cuerpo de una pagina web, dotando de bloques, texto imágenes y colores a la interfaz. CSS es el lenguaje que define los estilos de una interfaz web, indica los colores, formas, bordes y posicionamiento de los elementos, su uso dota a una página de elementos responsables, o sea que se adapten a los distintos entornos y pantallas. JavaScript es un lenguaje de programación del lado del cliente dotando de dinamismos y secuencias lógicas a una interfaz web , permite adjuntar información de eventos , comunicación con servidores y lógicas para ocultar , mostrar o modificar información proveniente de la parte visual de HTML (5–7).

**Bootstrap**

Bootstrap es un marco de desarrollo web gratuito y de código abierto. Está diseñado para facilitar el proceso de desarrollo de los sitios web responsivos y orientados a los dispositivos móviles, proporcionando una colección de sintaxis para diseños de plantillas(8).

Este permite crear interfaces web con CSS y JavaScript, cuya particularidad es la de adaptar la interfaz del sitio web al tamaño del dispositivo en que se visualice. Viene integrado como librerías para creación de elementos predefinidos y dinámicos, así como eventos para integrar avisos con los servidores

**AdminLTE**

AdminLTE es una plantilla de diseño de interfaz de usuario basada en Bootstrap para aplicaciones web de administración. Está diseñada para ser fácil de usar y personalizar, y se utiliza a menudo en proyectos de desarrollo de software para proporcionar una apariencia atractiva y consistente para las interfaces de administración; es una plantilla de código abierto.

Incluye una gran cantidad de elementos de diseño, como menús de navegación, barras laterales, formularios, tablas, botones, iconos y mucho más. También incluye un conjunto de widgets y páginas predefinidos, como páginas de inicio, páginas de inicio de sesión y páginas de error, que se pueden personalizar fácilmente para adaptarse a las necesidades del proyecto

### 2.2.2 Python

Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en las aplicaciones web, el desarrollo de software, la ciencia de datos y el machine learning (ML). Los desarrolladores utilizan Python porque es eficiente y fácil de aprender, además de que se puede ejecutar en muchas plataformas diferentes. El software Python se puede descargar gratis, se integra bien a todos los tipos de sistemas y aumenta la velocidad del desarrollo. Además, es un lenguaje interpretado, lo que significa que ejecuta directamente el código línea por línea. Si existen errores en el código del programa, su ejecución se detiene. Así, los programadores pueden encontrar errores en el código con rapidez. (9).

Este lenguaje de programación potente y fácil de aprender tiene estructuras de datos de alto nivel eficientes y un simple pero efectivo sistema de programación orientado a objetos. La elegante sintaxis de Python y su tipado dinámico, junto a su naturaleza interpretada lo convierten en un lenguaje ideal para scripting y desarrollo rápido de aplicaciones en muchas áreas, para la mayoría de plataformas(10).

Python posee una de las mayores comunidades de desarrolladores, por lo tanto, programar en este lenguaje tendrá siempre un gran respaldo de documentación, reduciendo el tiempo de arreglo de errores, implementación de códigos y creación de librerías La creación de grandes proyectos puede requerir de mucho menos tiempo en comparación con otros lenguajes.



Python

### 2.2.3 Base Datos

El manejo de la información es de vital importancia en todo proyecto, tener almacenada de manera organizada y consistente los datos permiten un control y utilización óptima. Las bases de datos son una herramienta necesaria para lograr este objetivo.

Una base de datos es una recopilación de datos sistemática y almacenada electrónicamente. Puede contener cualquier tipo de datos, incluidos palabras, números, imágenes, vídeos y archivos. Puede usar un software denominado sistema de administración de bases de datos (DBMS) para almacenar, recuperar y editar datos(11).

Algunas de la principales DBMS son:

* MySQL
* MariaDB
* SQLite
* PostgreSQL
* MongoDB

**SQLite**

SQLite es una herramienta de software libre, que permite almacenar información en dispositivos empotrados de una forma sencilla, eficaz, potente, rápida y en equipos con pocas capacidades de hardware. Las tablas se asocian mediante relaciones, las cuales definen cómo se vinculan conceptualmente dos o más tablas. Las relaciones más comunes son uno a uno, uno a muchos o muchos a muchos(12).

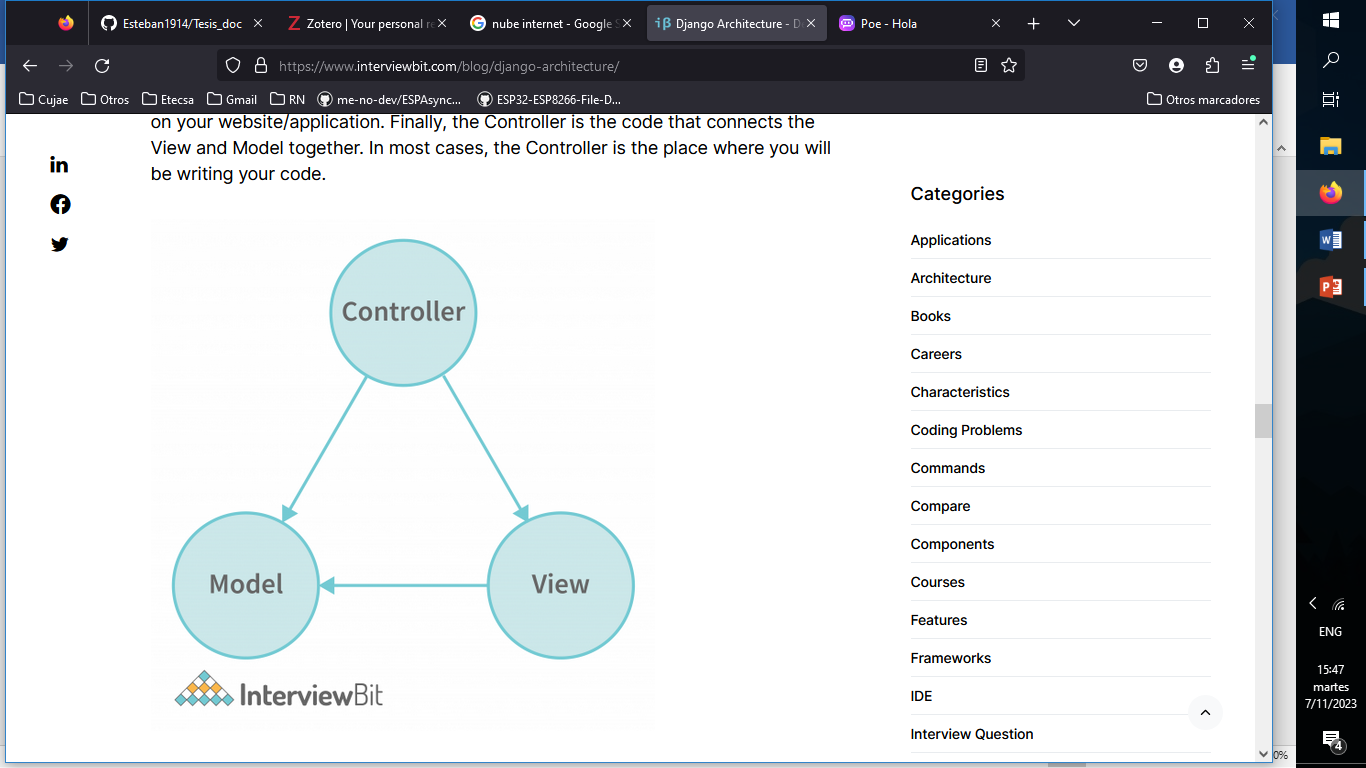
### 2.2.4 Django

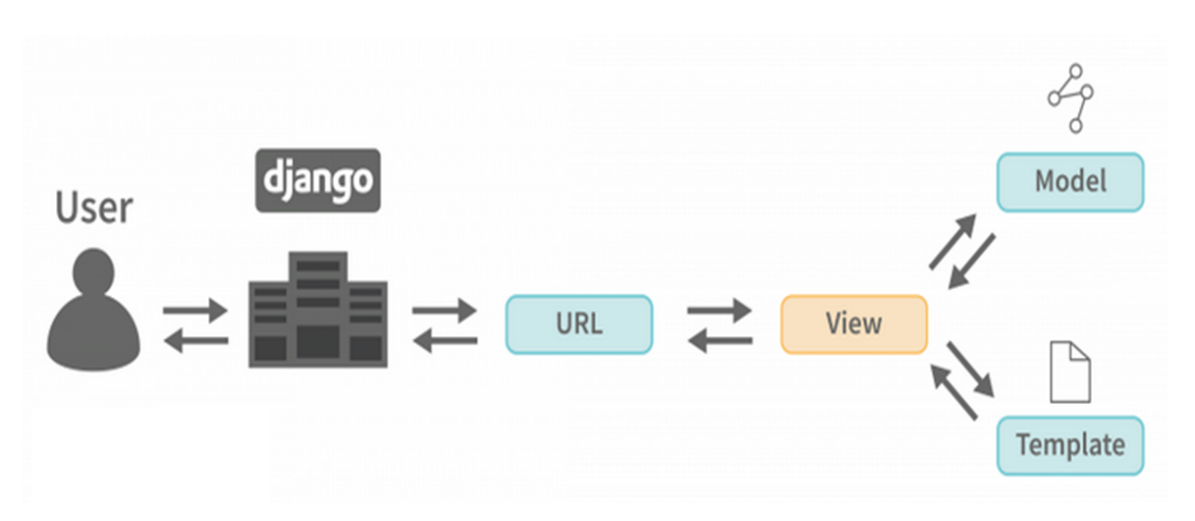
Django es un marco web de alto nivel escrito en Python que se utiliza para el desarrollo rápido y eficiente de aplicaciones web, desplegándose tanto en el lado del cliente como del servir. Django se basa en el principio del desarrollo ágil de software y sigue una filosofía de diseño DRY (Don't Repeat Yourself), lo que significa que promueve la reutilización de código y la eficiencia en el desarrollo.

Django sigue el patrón de arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC). En este patrón, el modelo representa la estructura de datos de la aplicación y se encarga de interactuar con la base de datos. La vista se encarga de la lógica de presentación y la generación de la interfaz de usuario. El controlador maneja las solicitudes del usuario y coordina la interacción entre el modelo y la vista.

Django proporciona un ORM (Mapeo Objeto-Relacional) que permite interactuar con la base de datos utilizando objetos Python en lugar de escribir consultas SQL directamente. Esto simplifica el acceso y la manipulación de datos, ya que las consultas se expresan en términos de modelos y objetos Python en lugar de tablas y filas de la base de datos. El ORM de Django también se encarga de la abstracción de la base de datos, lo que significa que es compatible con varios motores de base de datos, como PostgreSQL o MySQL, por defecto ya viene integrado con SQLlite3.

Django utiliza un enfoque basado en URL para manejar las solicitudes web. Un archivo de configuración de URL define las URL y las asocia con las vistas correspondientes. Cuando un usuario realiza una solicitud a una URL específica, Django utiliza el archivo de configuración de URL para determinar qué vista debe manejar la solicitud. Esto permite una organización clara y mantenible de las rutas de la aplicación(13–15).



****

### 2.2.3 C

Es un lenguaje compilado, imperativo, estructurado y de bajo nivel. Se caracteriza por ser cercano al hardware y no tener abstracciones como objetos. Opera directamente sobre registros y memoria, permitiendo un control completo.

El lenguaje C fue creado a inicios de los años 70 por Dennis Ritchie en los laboratorios Bell, con el propósito de ser portable, eficiente y tener un bajo nivel de abstracción. Rápidamente se convirtió en el lenguaje dominante para sistemas operativos y otro software crítico.

A pesar de contar con varios años, C sigue siendo ampliamente usado en sistemas embebidos, kernels de SO, drivers, programas de propósito general, videojuegos, motores gráficos y más. Su portabilidad, velocidad y control hacen que no tenga un reemplazo directo. También sirve de base para lenguajes modernos como C++

Ofrece un bajo nivel de abstracción que permite un control completo, pero requiere cuidado para evitar errores. Es portable, rápido y de código compacto, pero su sintaxis simple aumenta la posibilidad de bugs. Su aprendizaje exige dominar conceptos de programación de sistemas(16).

## 2.3 Detección Multivariable

La clasificación de elementos es una tarea primordial en muchos campos que involucran el análisis de datos y patrones. Solamente comprendiendo la naturaleza subyacente de los elementos que se observan es posible predecir su comportamiento futuro y actuar en consecuencia.

Contar con métodos robustos de clasificación multidimensional es indispensable. Esto se debe a que la mayoría de fenómenos reales involucran múltiples variables interrelacionadas que aportan información complementaria sobre la situación. Los métodos de aprendizaje estadístico multivariable permiten descubrir patrones sutiles que de otra forma pasarían desapercibidos. Al correlacionar dimensiones, se puede inferir el estado subyacente del objeto de estudio con mayor precisión.

### 2.3.1 Métodos Detección Multivariable

Para la detección multivariable existen distintos métodos(17):

* LDA (Análisis de Discriminante Lineal): Es una técnica de clasificación supervisada que busca encontrar una combinación lineal de características que maximice la separación entre clases en un conjunto de datos de entrenamiento.
* KNN (K-vecinos más cercanos): Clasifica un nuevo punto de datos según la clase mayoritaria de sus k vecinos más cercanos en el espacio de características. La distancia se calcula utilizando una medida de distancia, como la distancia euclidiana.
* Redes Neuronales: Las redes neuronales son modelos computacionales inspirados en el cerebro humano. Consisten en capas de nodos interconectados (neuronas) que procesan y transmiten información. Las redes neuronales pueden aprender a clasificar datos ajustando los pesos de las conexiones entre las neuronas durante un proceso de entrenamiento.
* Árboles de Decisión: Los árboles de decisión son estructuras de tipo árbol donde cada nodo interno representa una característica o atributo, y las ramas del árbol representan las posibles opciones o valores para esa característica. Los árboles de decisión se construyen dividiendo los datos en función de las características más relevantes y se utilizan para clasificar nuevos ejemplos siguiendo el camino desde la raíz hasta las hojas del árbol.
* SVM (Support Vector Machines): Las Máquinas de Vectores de Soporte son modelos de aprendizaje automático que buscan encontrar un hiperplano óptimo que separe las diferentes clases de datos en un espacio de características.
* Naive Bayes (Clasificador Bayesiano Ingenuo): El clasificador bayesiano ingenuo se basa en el teorema de Bayes y asume independencia condicional entre las características. Calcula la probabilidad de que un ejemplo pertenezca a una clase determinada utilizando la probabilidad de la clase y la probabilidad de cada característica dado un valor de clase.
* Random Forest (Bosques Aleatorios): Los bosques aleatorios son un conjunto de árboles de decisión combinados. Cada árbol se entrena con una muestra aleatoria del conjunto de datos y produce una clasificación. La clasificación final se obtiene por votación o promediando las predicciones de los árboles individuales.

### 2.3.2 Introducción a Redes Neuronales

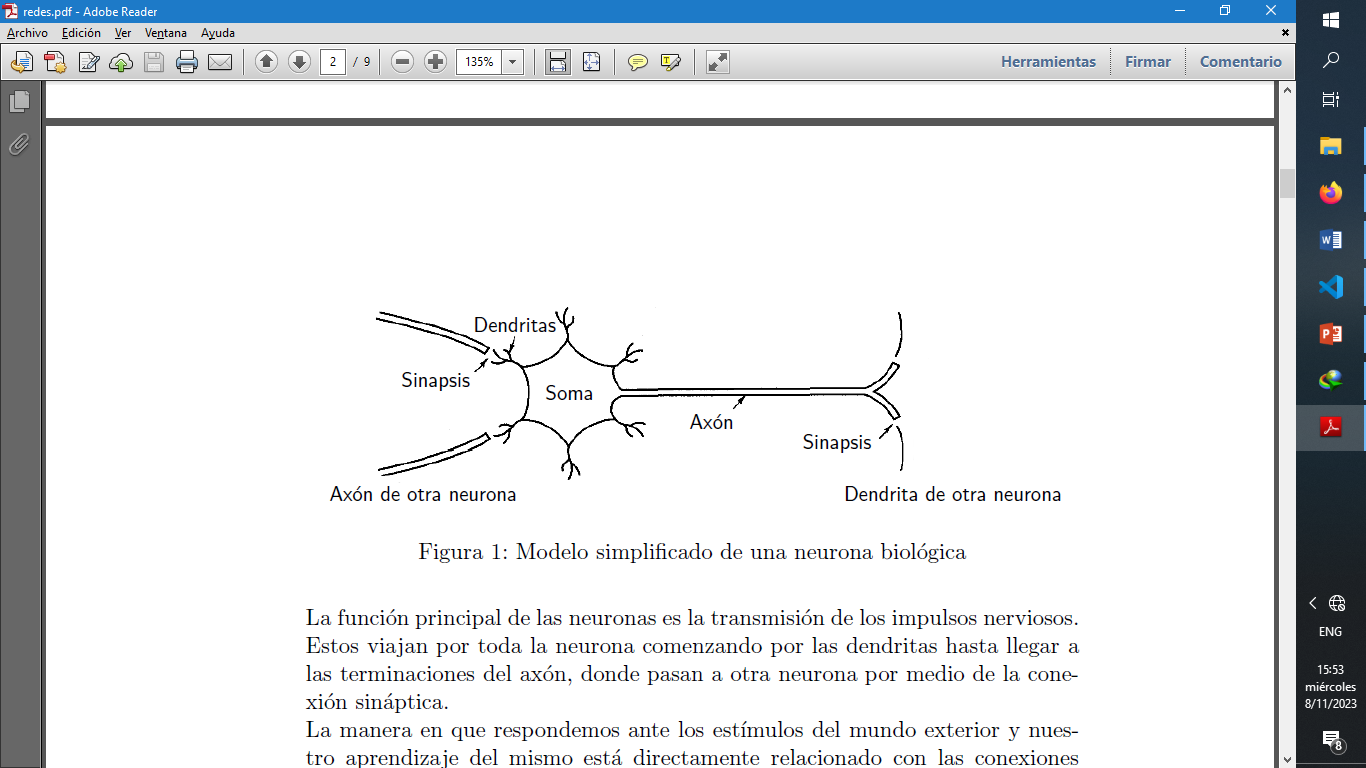
#### - Neurona Bilógica

Al igual que el cerebro, una RNA puede considerarse como un sistema sumamente complejo dada su arquitectura masivamente distribuida y paralela. Su unidad básica de procesamiento, equivalente a la neurona biológica, está interconectada con miles de unidades similares.

Si bien existen variados tipos de células nerviosas en la naturaleza, de manera esquemática una neurona típica presenta:

* Un cuerpo o soma donde se aloja el núcleo
* Un prolongamiento filiforme denominado axón
* Variadas ramificaciones arbóreas conocidas como dendritas
* Zonas sinápticas que le permiten comunicarse eléctrica y químicamente con otras neuronas.

El mecanismo funcional primario de las células nerviosas implica la recepción, procesamiento y propagación de impulsos eléctricos a través de la red neuronal. Dichos potenciales de acción se originan en las dendritas, recorren el axón y son transmitidos a otras neuronas a través de las uniones sinápticas(18).

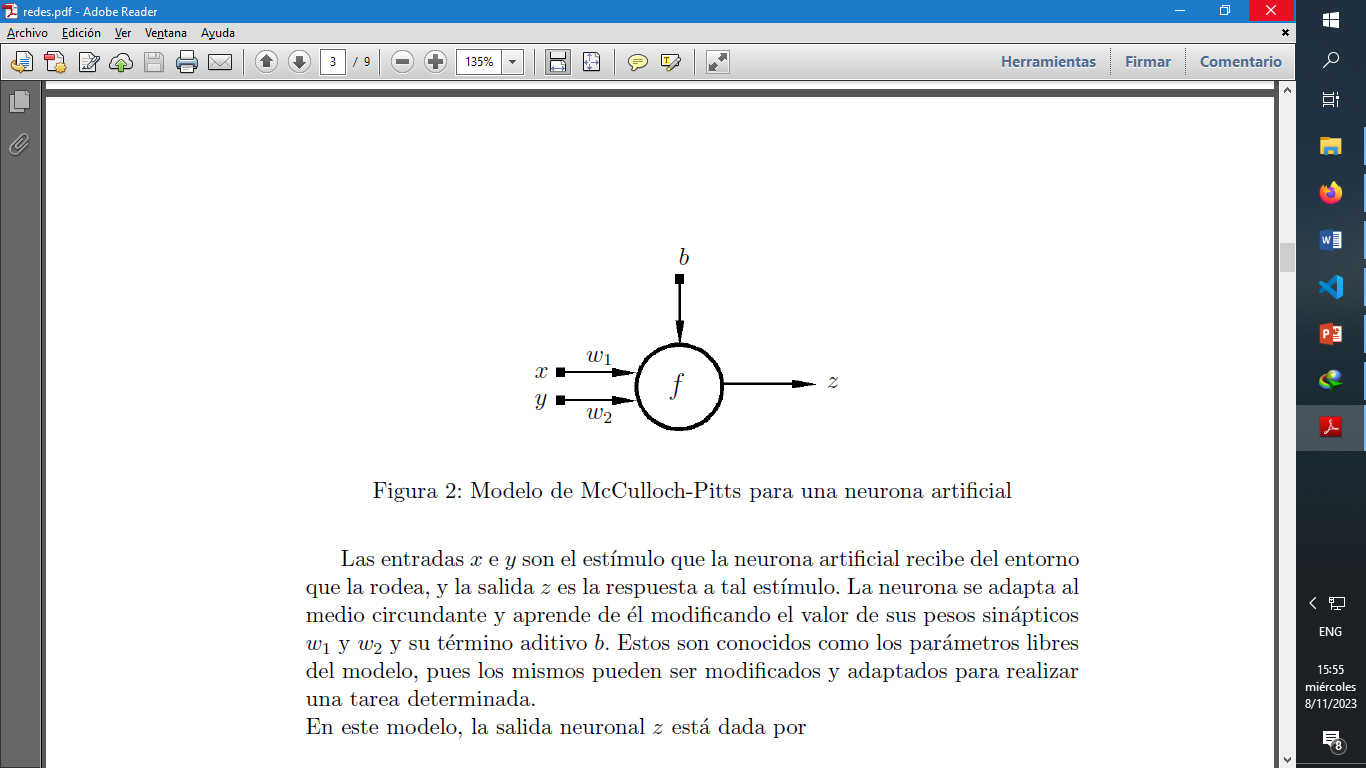
~~~~

#### - Neurona de McCulloch-Pitts

Los orígenes de las Redes Neuronales Artificiales modernas se remontan al 1943, cuando el psiquiatra y anatomista Warren McCulloch junto matemático Walter Pitts desarrollaron el que puede considerarse el primer modelo matemático de la unidad básica de procesamiento en estas redes: la neurona artificial.

Mediante una construcción formal muy simplificada que buscaba reflejar los elementos esenciales de la célula nerviosa biológica, McCulloch y Pitts sentaron las bases para que posteriormente pudieran simularse redes neuronales computacionalmente y usarlas para resolver diversas tareas.

Su modelo definía a la neurona como un procesador que recibe entradas binarias representando señales presinápticas, les asigna pesos y suma su contribución. Luego aplica una función de decisión para producir una salida postsináptica. Pese a su carácter elemental, este enfoque abrió la puerta al desarrollo de aplicaciones pioneras(19).

~~~~

#### - Neurona Artificial

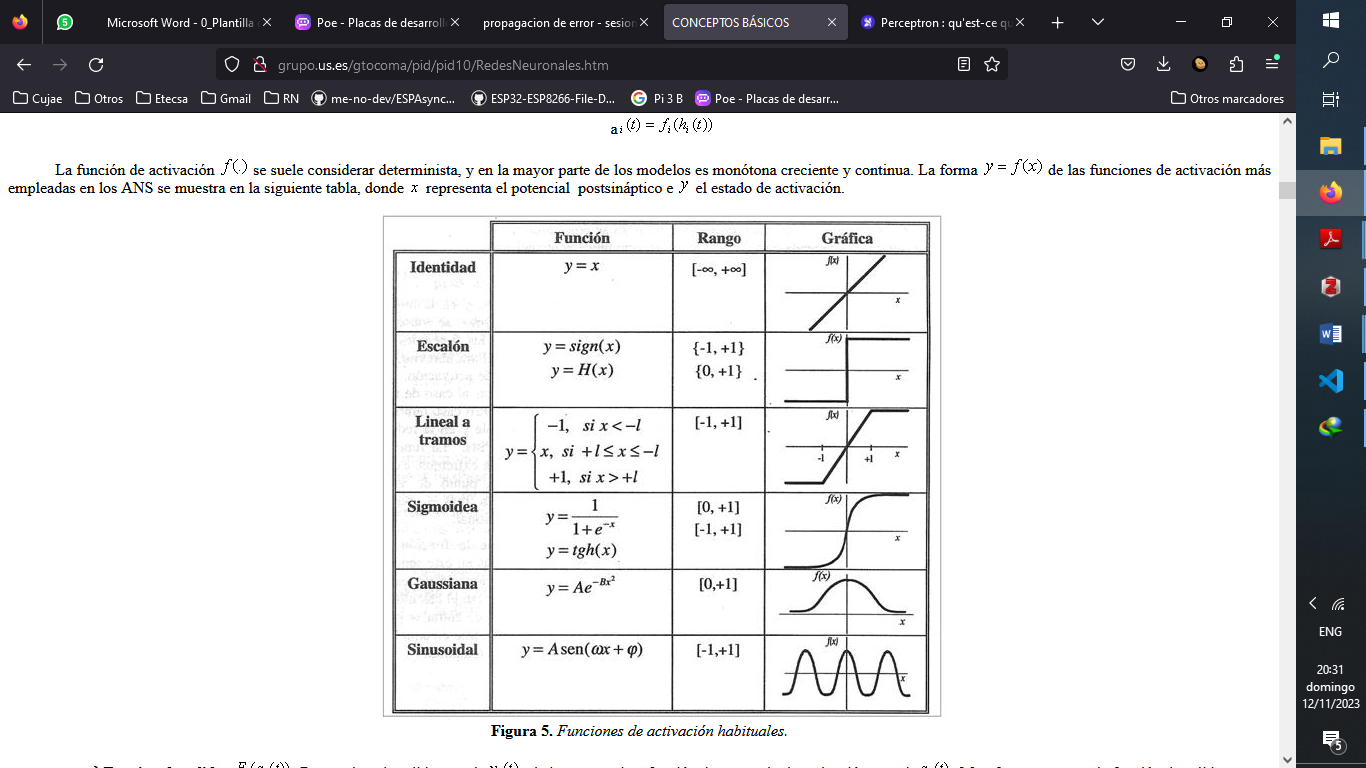
Una neurona artificial puede conceptualizarse como una unidad de procesamiento numérico. Recibe múltiples señales independientes de entrada procedentes de salidas previas de otras neuronas o de datos externos. Consta de cuatro principales elementos:

* **Entradas**: Pueden ser datos binarios o continuos, dependiendo del modelo en cuestión, las entradas puedes provenir de otras neuronas.
* **Pesos**: Representa la magnitud de interacción de la neurona con otras neuronas enlazadas, cada neurona en el proceso de entrenamiento ira ajustando este valor
* **Función de activación:** Transforma la suma ponderada en la activación o salida de la neurona
* **Salida**: Salida de la neurona que es enviada hacia las siguientes neuronas o a la salida del sistema

**Propagación de la señal en una neurona artificial:**

Una neurona artificial recibe múltiples señales de entrada (x1, x2, x3,...xn) provenientes de las salidas de otras neuronas a través de las conexiones sinápticas entrantes. Cada entrada xi se multiplica por un peso sináptico wij asociado, el cual representa la fortaleza de la conexión. Esta suma ponderada calculada constituye la entrada de la función de activación de la neurona. La función de activación transfiere no linealmente el impulso en la salida de activación a de la neurona, de acuerdo a una curva matemática preestablecida. Algunas de las funciones de activación más utilizadas son la sigmoide, tangente hiperbólica y ReLU, ver foto. La salida de activación a calculada por la función de activación constituye, a su vez, la señal que será propagada por la neurona hacia las demás neuronas de destino o hacia la capa de salida en último caso(20).





### 2.3.3 Redes Neuronales

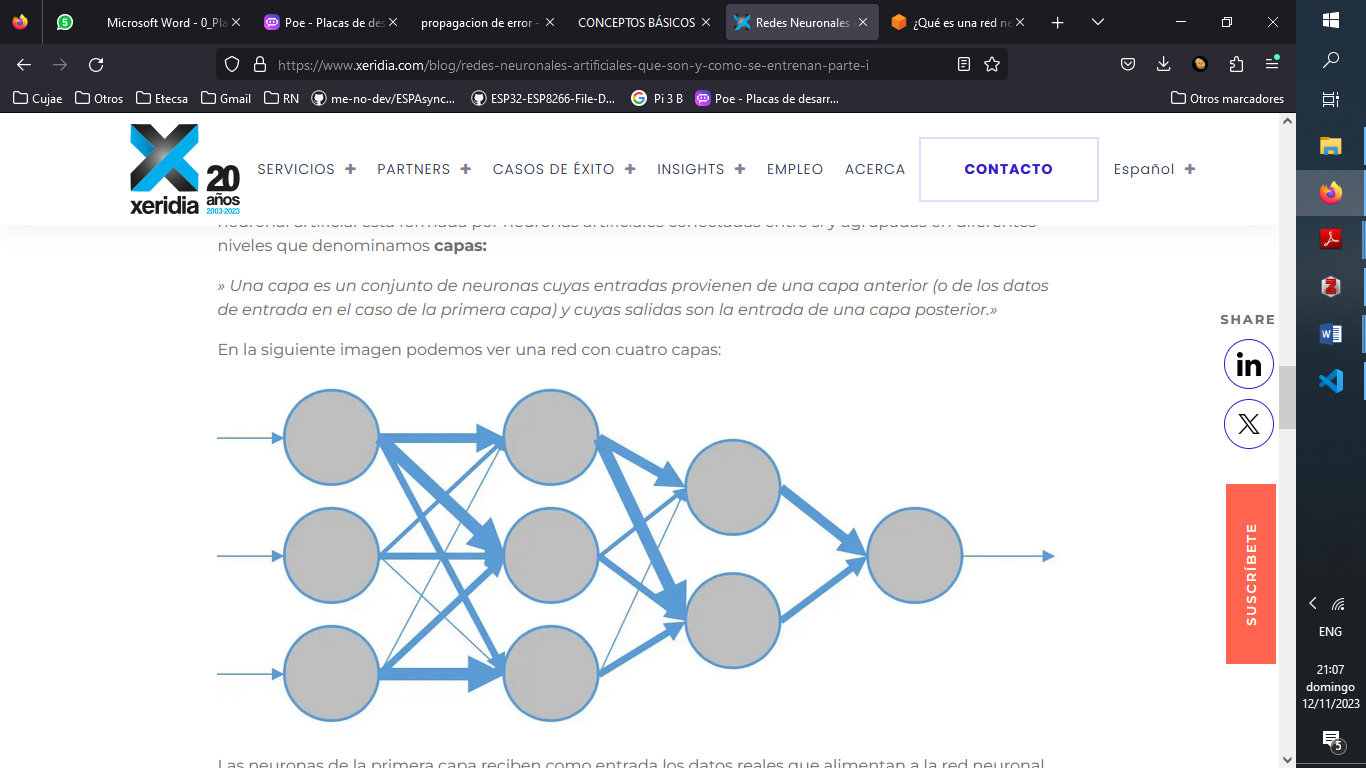
Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) representan uno de los modelos de aprendizaje automático más poderosos y extendidos en la actualidad. Estas surgen inspiradas en el funcionamiento distribuido y paralelo del sistema nervioso biológico, el cual mediante la interconexión de miles de millones de neuronas es capaz de realizar complejos procesos de percepción, razonamiento y respuesta.

En una red neuronal, las neuronas artificiales se agrupan y organizan en estructuras denominadas "capas”. Una capa puede contener desde una única neurona hasta millones de ellas, dependiendo del tamaño y complejidad del modelo.

Dentro de la red neuronal se distinguen principalmente tres tipos de capas:

* Capa de entrada: Recibe los datos de entrada al modelo, como características o predictores.
* Capa(s) oculta(s): Ubicada(s) entre la capa de entrada y salida, su función es extraer representaciones internas de los datos. Es donde reside el aprendizaje.
* Capa de salida: Genera los resultados del modelo a partir de las representaciones extraídas por las capas previas. Puede ser regresión o clasificación.

Las capas ocultas, también llamadas "capas internas", contienen las neuronas encargadas de procesar y transformar progresivamente los patrones de entrada a lo largo de la red.



### 2.3.4 Entrenamiento de Redes Neuronales

Para el proceso de aprendizaje y ajuste de los parámetros de una red neuronal artificial es necesario disponer de datos históricos etiquetados. Estos conjuntos de datos de entrenamiento contienen ejemplos de entrada junto con sus correspondientes salidas deseadas u objetivos. Gracias a esta información previa de los resultados esperados, la red puede ser entrenada de forma supervisada.

Durante el entrenamiento, los datos son presentados de forma iterativa a la red. Inicialmente los pesos sinápticos se establecen de forma aleatoria. A continuación, la red calcula sus salidas y se mide el error cometido respecto a las salidas objetivo. Mediante derivadas numéricas y la propagación hacia atrás del error, es posible ir actualizando los pesos de todas las neuronas para ir reduciendo progresivamente ese error medio.

De esta forma, ajustando los pesos a través de repetidos ciclos o épocas de entrenamiento sobre el conjunto de muestras, la red neuronal aprende las asociaciones subyacentes en los datos y mejora su habilidad para predecir las salidas correspondientes a nuevas entradas(20).

# Referencias

1. Tarjetas de desarrollo – Sistemas Digitales [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://virtual.cuautitlan.unam.mx/intar/sistdig/tarjetas-de-desarrollo/

2. Raspberry Pi Documentation - Raspberry Pi hardware [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html#raspberry-pi-3-model-b

3. The Internet of Things with ESP32 [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: http://esp32.net/

4. AS7265X pdf, AS7265X Description, AS7265X Datasheet, AS7265X view ::: ALLDATASHEET ::: [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1244817/AMSCO/AS7265X.html

5. Conceptos básicos de HTML - Aprende desarrollo web | MDN [Internet]. 2023 [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting\_started\_with\_the\_web/HTML\_basics

6. CSS | MDN [Internet]. 2023 [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS

7. JavaScript | MDN [Internet]. 2023 [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript

8. contributors MO Jacob Thornton, and Bootstrap. Get started with Bootstrap [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://getbootstrap.com/docs/5.3/getting-started/introduction/

9. ¿Qué es Python? - Explicación del lenguaje Python - AWS [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://aws.amazon.com/es/what-is/python/

10. Python documentation [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. El tutorial de Python. Disponible en: https://docs.python.org/3/tutorial/index.html

11. Amazon Web Services, Inc. [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. ¿Qué es una base de datos? - Explicación de las bases de datos en la nube - AWS. Disponible en: https://aws.amazon.com/es/what-is/database/

12. Information Modeling and Relational Databases - Terry Halpin, Tony Morgan - Google Books [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=puO\_VlbR\_x4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Halpin,+T.+(2014).+Information+modeling+and+relational+databases.+Morgan+Kaufmann.&ots=Ld1ArTpU2s&sig=jrVrSjLWVjO-FMAqUaf\_JU-ghOI#v=onepage&q&f=false

13. Django Project [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Django. Disponible en: https://www.djangoproject.com/

14. Django Architecture - Detailed Explanation - InterviewBit [Internet]. [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.interviewbit.com/blog/django-architecture/

15. Holovaty A, Kaplan-Moss J. The Definitive Guide to Django: Web Development Done Right. Apress; 2009. 513 p.

16. Kernighan BW, Ritchie DM. El lenguaje de programación C. Pearson Educación; 1991. 312 p.

17. Lozares Colina C, López-Roldán P. El análisis multivariado: definición, criterios y clasificación. Pap Rev Sociol. 1991;(37):009-29.

18. Tablada CJ, Torres GA. Redes neuronales artiﬁciales. Rev Educ Matemática. 2009;24(3):22-30.

19. Neurona de McCulloch-Pitts. En: Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. 2022 [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Neurona\_de\_McCulloch-Pitts&oldid=140975434

20. admin@xeridia.com. Redes Neuronales artificiales | Blog Xeridia [Internet]. Xeridia. 2019 [citado 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.xeridia.com/blog/redes-neuronales-artificiales-que-son-y-como-se-entrenan-parte-i

# Anexos