

Nombre y apellidos:

---

### Normativa de examen

- No se permite el uso de ningún dispositivo electrónico, así como libros ni apuntes.
- Cada estudiante podrá disponer de un folio tamaño A4 con las anotaciones que considere oportunas para desarrollar su examen. El folio podrá contener texto por ambas caras.
- Durante el examen, los profesores podrán solicitar acreditar la identidad de los participantes en el mismo. Deberá tener en todo momento su documento nacional de identidad, permiso de residencia o carné de estudiante visible sobre la mesa.
- Deberá escribir su nombre y apellidos, con bolígrafo, en todas las hojas de las que consta el examen.
- No se permite abandonar el aula de examen durante los primeros 20 minutos. Transcurrido este tiempo, no se permitirá entrar al examen.
- El examen tiene una duración máxima de **2.5 horas**.
- Justifique sus respuestas lo mejor posible indicando, si fuese necesario, los pasos realizados.
- Las calificaciones provisionales serán publicadas en el aula virtual de la asignatura dentro de los 15 días naturales desde la fecha de realización del examen, publicándose ahí la fecha para su revisión.

Nombre y apellidos:

### EJERCICIO 1. (3 Puntos) Modelado conceptual

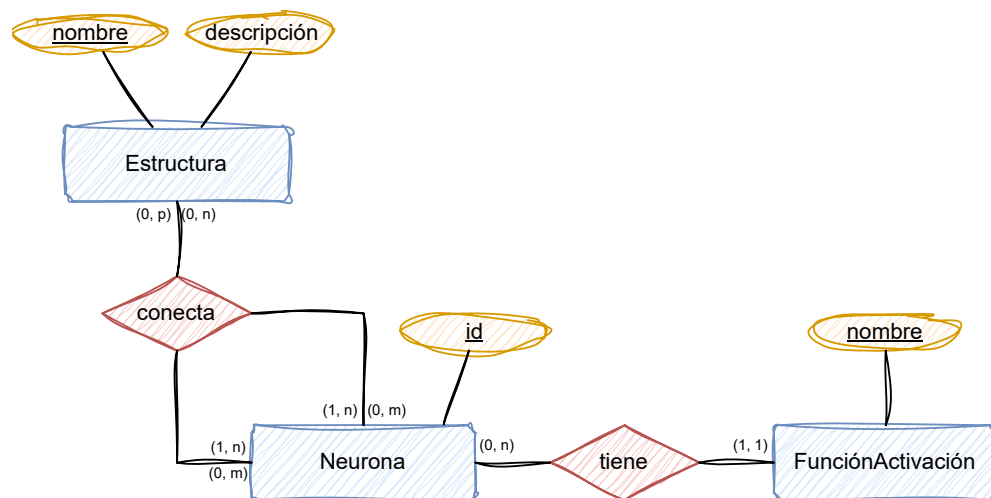
Queremos guardar información sobre estructuras cerebrales. Estas estructuras están formadas por neuronas, identificadas por un id único. Además, pueden tener asociada una única función de activación (de momento ReLU, sigmoide y tangente hiperbólica).

Dentro de una misma estructura, cada neurona tiene que estar conectada al menos a otra neurona que pertenezca a la misma estructura, estando cada una de estas conexiones caracterizada por un peso. Eso sí, dentro de una misma estructura dos neuronas solo se pueden conectar una única vez entre ellas.

Podemos tener diferentes estructuras cerebrales, cada una identificada por un nombre único y una descripción, y las neuronas pueden pertenecer a diferentes estructuras a la vez (como mínimo a una), si bien cada par conectado debe estar dentro de la misma estructura.

- Realiza un modelo conceptual de datos mediante la técnica del modelo entidad-relación de Chen que modele el sistema descrito.
- Realiza el paso a tablas del diagrama que has propuesto.

Solución propuesta:



**FUNCION\_ACTIVACIÓN** (nombre)

**NEURONA** (id, f\_act)

**CONEXIÓN** (neurona\_origen, neurona\_destino, estructura, peso)

**ESTRUCTURA** (nombre, descripción)

Nombre y apellidos:

## EJERCICIO 2. (5 Puntos) Álgebra relacional y SQL

Supón que estamos modelando un perceptrón multicapa. Este está formado por varias capas (una de entrada, una de salida y varias ocultas), cada capa contiene varias neuronas y las conexiones siempre van de una capa a la siguiente. Además las capas tienen un orden, que viene definido por una posición que indica su posición en la red.

CAPA (id\_c, tipo, pos) - NEURONA (id, id\_c, f\_act) - ENLACE (capa\_from, capa\_to, peso)

Se pide:

(a) (1 Punto) Álgebra relacional

- I. (1/2 Punto) Describe con tus propias palabras los siguientes operadores: producto cartesiano, intersección, diferencia, división y proyección.

### Solución propuesta:

- Producto cartesiano ( $\times$ ): Combina cada tupla de una relación con todas las tuplas de otra.
- Intersección ( $\cap$ ): Devuelve las tuplas comunes a dos relaciones.
- Diferencia ( $-$ ): Devuelve las tuplas que están en la primera relación pero no en la segunda.
- División ( $\div$ ): Devuelve los elementos de una relación que están relacionados con todos los elementos de otra relación.
- Proyección ( $\Pi$ ): Selecciona columnas específicas de una relación.

- II. (1/2 Punto) Expresa en álgebra relacional la consulta que obtiene los identificadores de las neuronas que pertenecen a capas de tipo «oculta» y cuya función de activación es «ReLU».

### Solución propuesta:

$$\Pi_{id_c}(\sigma_{f\_act=\text{ReLU}}(NEURONA) \bowtie \sigma_{tipo=\text{oculta}}(CAPA))$$

(b) (2 Puntos) Consultas SQL

- I. (1/2 Punto) Obtener los id de todas aquellas capas de tipo «oculta» que no tienen ningún enlace entrante.

### Solución propuesta:

```
SELECT id_c
FROM CAPA
WHERE tipo = 'oculta'
AND id_c NOT IN (SELECT capa_to FROM ENLACE);
```

Nombre y apellidos:

- II. (1/2 Punto) Obtener el número total de neuronas que hay en la capa de salida.

**Solución propuesta:**

```
SELECT COUNT(*)
FROM NEURONA
WHERE id_c IN (SELECT id_c FROM CAPA WHERE tipo = 'salida'
);
```

O

```
SELECT COUNT(DISTINCT id)
FROM NEURONA n
JOIN CAPA c ON c.id = n.ic_c
WHERE tipo = 'salida';
```

- III. (1/2 Punto) Obtener los id de las capas cuya suma total de pesos de los enlaces salientes sea negativa.

**Solución propuesta:**

```
SELECT capa_from
FROM ENLACE
GROUP BY capa_from
HAVING SUM(peso) < 0;
```

- IV. (1/2 Punto) Obtener los id de aquellas neuronas ocultas cuya función de activación sea «sigmoide».

**Solución propuesta:**

```
SELECT id
FROM NEURONA
WHERE f_act = 'sigmoide'
AND id_c IN (SELECT id_c FROM CAPA WHERE tipo = 'oculta'
);
```

O

```
SELECT n.id
FROM NEURONA n
JOIN CAPA c ON c.id = n.id_c
WHERE n.f_act = 'sigmoide'
AND c.tipo = 'oculta';
```

- (c) (1 Punto) Escribe un *trigger* que impida insertar un enlace cuya capa de origen no sea inmediatamente anterior a la capa de destino.

**Solución propuesta:**

Nombre y apellidos:

```
DELIMITER $$

CREATE TRIGGER validar_enlace
BEFORE INSERT ON ENLACE
FOR EACH ROW
BEGIN
    DECLARE pos_from INT;
    DECLARE pos_to INT;

    SELECT pos INTO pos_from FROM CAPA WHERE id_c = NEW.
        capa_from;
    SELECT pos INTO pos_to FROM CAPA WHERE id_c = NEW.capa_to;

    IF pos_to <> pos_from + 1 THEN
        SIGNAL SQLSTATE '7291'
        SET MESSAGE_TEXT = 'Las capas no son consecutivas';
    END IF;
END;
$$

DELIMITER ;
```

- (d) (1 Punto) Escribe un procedimiento almacenado que, dado el id de una capa oculta (comprobarlo), devuelva el número de enlaces entrantes y salientes (por separado) que tiene.

#### Solución propuesta:

```
DELIMITER $$

CREATE PROCEDURE contar_enlaces_oculta(
    IN id_capa INT,
    OUT num_entrantes INT,
    OUT num_salientes INT
)
BEGIN
    DECLARE tipo_capa VARCHAR(20);

    SELECT tipo INTO tipo_capa
    FROM CAPA
    WHERE id_c = id_capa;

    IF tipo_capa = 'oculta' THEN
        SELECT COUNT(*) INTO num_entrantes
        FROM ENLACE
        WHERE capa_to = id_capa;

        SELECT COUNT(*) INTO num_salientes
        FROM ENLACE
        WHERE capa_from = id_capa;
    ELSE
        SIGNAL SQLSTATE '7291'
```

Nombre y apellidos:

```
        SET MESSAGE_TEXT = 'La capa tiene que ser oculta';  
    END IF;  
END;  
$$  
  
DELIMITER ;
```

### EJERCICIO 3. (2 Puntos) Programación contra bases de datos.

Tomando como punto de partida un esquema **basado** en el modelo relacional anterior (el del bloque 2), completa los huecos (marcados con TODO del siguiente código fuente en Python de tal manera que se satisfaga la funcionalidad indicada en los *docstrings*.

```
import mysql.connector  
  
conn = mysql.connector.connect(  
    host="nasa.gov",  
    user="romualdo",  
    password="RuPauL.Dr4gR4c3",  
    database="redes_neuronales"  
)  
cursor = conn.cursor()  
  
def obtener_neuronas_capa(pos):  
    """Obtiene las neuronas de una capa dada su posición en la red.  
  
    :param pos: La posición de la capa dentro de la red:  
    :return: Una lista con los id y las funciones de activación de  
            las neuronas.  
    """  
    # TODO
```

#### Solución propuesta:

```
        consulta = """  
        SELECT NEURONA.id, NEURONA.f_act  
        FROM NEURONA  
        JOIN CAPA ON NEURONA.id_c = CAPA.id_c  
        WHERE CAPA.pos = %s;  
        """  
  
        cursor.execute(consulta, (id_capa,))  
        return cursor.fetchall()  
  
def insertar_enlace(id_capa_origen, id_capa_destino, peso):  
    """Añade un nuevo enlace entre dos capas consecutivas.  
  
    :param id_capa_origen: La capa de origen.  
    :param id_capa_destino: La capa destino.  
    :param El peso a asignar a toda las neuronas de las dos capas
```

Nombre y apellidos:

```
:return: True si las capas son consecutivas y se ha insertado el
        enlace o False en caso contrario
"""
# TODO
```

#### Solución propuesta:

```
cursor.execute("SELECT pos FROM CAPA WHERE id_c = %s", (
    id_capa_origen,))
pos_origen = cursor.fetchone()[0]

cursor.execute("SELECT pos FROM CAPA WHERE id_c = %s", (
    id_capa_destino,))
pos_destino = cursor.fetchone()[0]

if pos_destino == pos_origen + 1:
    cursor.execute(
        "INSERT INTO ENLACE (capa_from, capa_to, peso)
        VALUES (%s, %s, %s)",
        (id_capa_origen, id_capa_destino, peso)
    )
    conn.commit()
    return True
return False
```

\begin{solutionorbox}

```
def capas_sin_enlaces_salientes():
    """Lista todas las capas que no tienen ningun enlace saliente.

    :return: Lista con los id de las capas, ordenadas por posición.
    """
    # TODO
```

#### Solución propuesta:

```
consulta = """
SELECT id_c
FROM CAPA
WHERE id_c NOT IN (SELECT capa_from FROM ENLACE)
ORDER BY pos;
"""
```

```
cursor.execute(consulta)
return cursor.fetchall()

conn.close()
```