



**Diseño de un perceptrón multidimensional y multicapa para la clasificación de curvas de luz termoluminiscentes obtenidas en servicios en rutina.
Sistemas basados en inteligencia artificial**

CONTENIDO

Aplicación

- Implementación a problemas de carácter científicos y tecnológicos.**
1. Clasificación de Parámetros Generalizadores.
 2. Redes Neuronales Convolucionales.

Definición

- Métodos numéricos basados en inteligencia artificial.**
1. Algoritmo no supervisado - DBSCAN.
 2. Algoritmo supervisado - MLP.

J.F. Benavente Cuevas

Ciemat – Dosimetría de Radiaciones

(Laboratorio de Dosimetría Retrospectiva)

Definición

Referencias:

Haykin, S., 2009. **Neural networks and learning machines**. Pearson Education. New York.

Bishop, Christopher M., 2006. **Pattern Recognition and Machine Learning**. Springer Science.

Implementar el **Comportamiento Humano** en métodos numéricos o Tecnologías



Inteligencia Artificial

Algoritmos Evolutivos
O Genéticos

Machine Learning

Robótica

No Supervisadas

Búsqueda de Clúster
DBSCAN

Redes
Neuronales

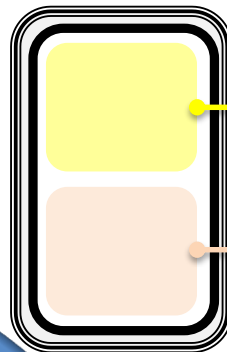
$${}^{(k)}w_{ij[t+1]} = {}^{(k)}w_{ij[t]} - \alpha \cdot \frac{\partial(\text{Error})}{\partial {}^{(k)}w_{ij}} \Big|_{[t]}$$

Supervisadas

Perceptrón Multicapa MLP Completamente Conectadas (Regresor) Convolucionales Recurrentes

$$d_{jk} = \sqrt{\sum_{i=0}^n (jX_i - kX_i)^2}$$

Problema



$H_p(10)$

$H_p(0.07)$

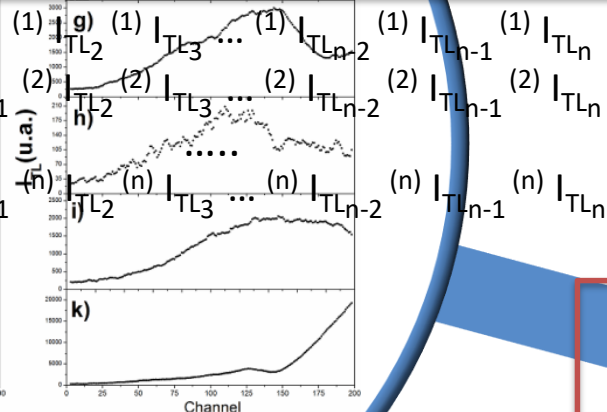
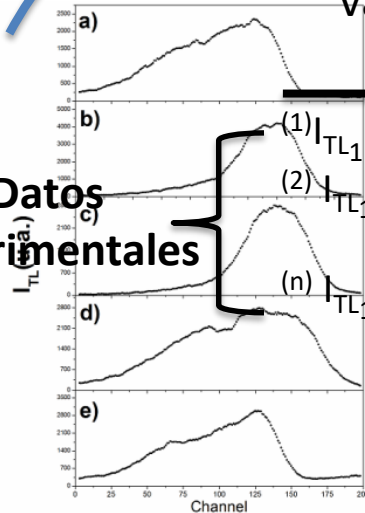
$\times 1000 / \text{Día}$

Variables independientes
(Capa de Entrada)

Variables dependientes
(Capa de Salida)

$$I = \frac{(\sum Y_i - Y_i)^2}{2}$$

Datos Experimentales



Problema

Auto Encode

DBSCAN
-Clasificación-

MLP
-Clasificación-

Explicable

Solución

DBSCAN + MLP

Empresa de Servicios de Dosimetría.

Problema Técnico asociado al Volumen de lectura

Modelo Teórico.

Asociado a los TLD usados por la Empresa,

Implementación Matemática.

Sistema de Ecuaciones Diferenciales

Métodos Numéricos.

Simulación del Comportamiento experimental

Conclusiones Teóricas.

Implementar en Datos Experimentales

Clusterización.

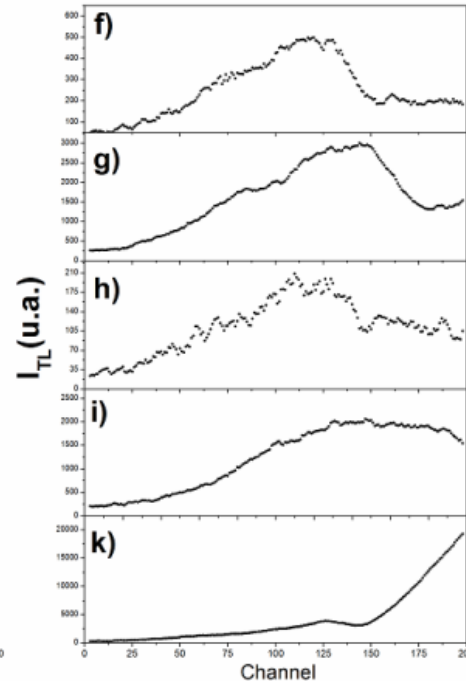
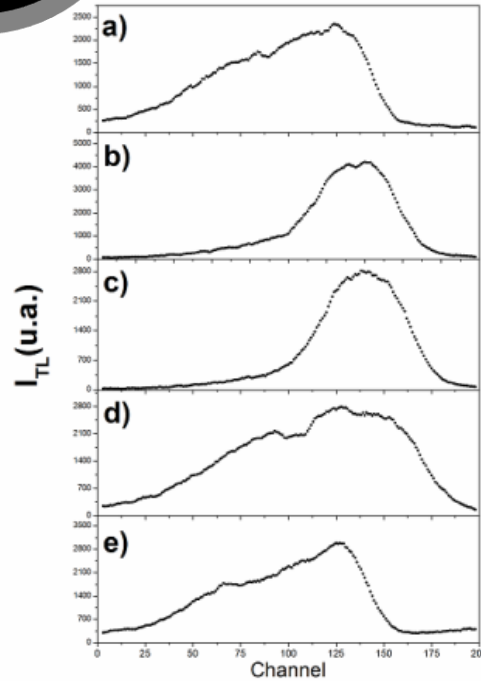
Sistema de Inteligencia Artificial

Resultados

Redes Neuronales Conectadas, MLP

Exportar Método

Otros ciclos de temperatura, OSL, etc



$$Err = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 (Ctr_i - F_i(a_i))^2$$

- (1) I_{TL} (u.a.)
- (2) I_{TL} (u.a.)
- (3) I_{TL} (u.a.)
- ...
- (n) I_{TL} (u.a.)



$$F_1(a_1) = a_1$$

$$F_2(a_2) = a_2$$



$$F_1(a_1) = \frac{e^{a_1}}{\sum_i e^{a_i}}$$

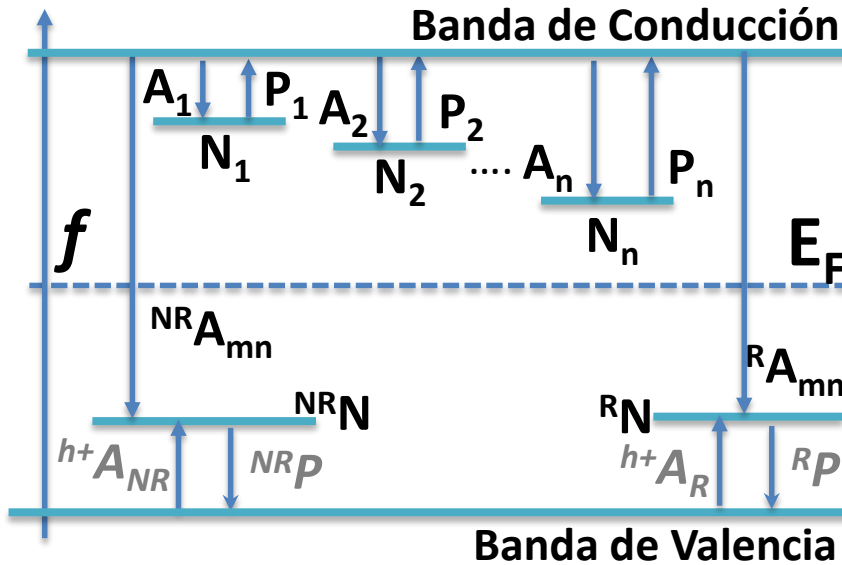
$$F_2(a_2) = \frac{e^{a_2}}{\sum_i e^{a_i}}$$

$$F_i(a_i) = \frac{e^{a_i}}{\sum_i e^{a_i}}$$

1	0	...	0	0
0	1	...	0	0
...
0	0	...	1	0
0	0	...	0	1



DBSCAN + MLP



Empresa de Servicios de Dosimetría.

Problema Técnico asociado al Volumen de lectura

Modelo Teórico.

Asociado a los TLD usados por la Empresa

Implementación Matemática.

Sistema de Ecuaciones Diferenciales

Métodos Numéricos.

Simulación del Comportamiento experimental

Conclusiones Teóricas.

Implementar en Datos Experimentales

Clusterización.

Sistema de Inteligencia Artificial

Resultados

Redes Neuronales Conectadas, MLP.

Exportar Método

Otros ciclos de temperatura, OSL, etc

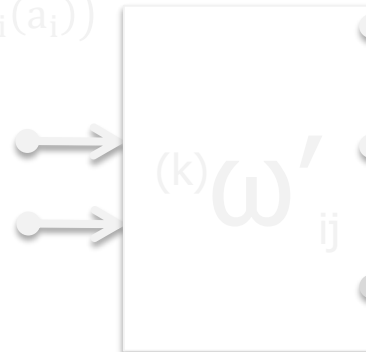


$$Err = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 (Ctr_i - F_i(a_i))^2$$

- (1) I_{TL} (u.a.)
- (2) I_{TL} (u.a.)
- (3) I_{TL} (u.a.)
- ...
- (n) I_{TL} (u.a.)



- $F_1(a_1) = a_1$
- $F_2(a_2) = a_2$



- $F_1(a_1) = \frac{e^{a_1}}{\sum_i e^{a_i}}$
- $F_2(a_2) = \frac{e^{a_2}}{\sum_i e^{a_i}}$
- ...
- $F_i(a_i) = \frac{e^{a_i}}{\sum_i e^{a_i}}$

1	0	...	0	0
0	1	...	0	0
...
0	0	...	1	0
0	0	...	0	1

DBSCAN + MLP

Empresa de Servicios de Dosimetría.

Problema Técnico asociado al Volumen de lectura

Modelo Teórico.

Asociado a los TLD usados por la Empresa

Implementación Matemática.

Sistema de Ecuaciones Diferenciales

Métodos Numéricos.

Simulación del Comportamiento experimental

Conclusiones Teóricas.

Implementar en Datos Experimentales

Clusterización.

Sistema de Inteligencia Artificial

Resultados

Redes Neuronales Conectadas, MLP

Exportar Método

Otros ciclos de temperatura, OSL, etc

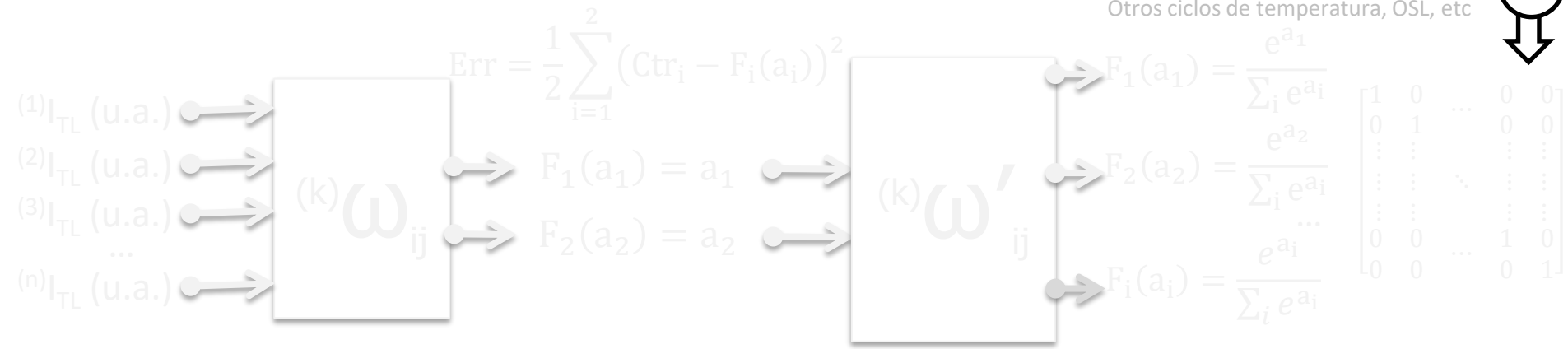
$$\dot{n}_c = f + \sum_{i=1}^n p_i \cdot n_i - \left[\sum_{i=1}^n A_i \cdot (N_i - n_i) + \sum_{j=R, NR} {}^j A_{mn} \cdot {}^j m \right] \cdot n_c$$

$$\dot{n}_i = -p_i \cdot n_i + A_i \cdot (N_i - n_i) \cdot n_c$$

$${}^{R, NR} \dot{m} = A_{R, NR} \cdot (M_{R, NR} - {}^{R, NR} m) \cdot n_h - {}^{R, NR} A_{mn} \cdot {}^{R, NR} m \cdot n_c - {}^{R, NR} p \cdot {}^{R, NR} m$$

$$\dot{n}_h = f + \sum_{i=R, NR} {}^i p \cdot {}^i m - \left[\sum_{i=R, NR} A_i \cdot (M_i - {}^i m) \right] \cdot n_h$$

$$Err = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 (Ctr_i - F_i(a_i))^2$$



DBSCAN + MLP

Empresa de Servicios de Dosimetría.

Problema Técnico asociado al Volumen de lectura

Modelo Teórico.

Asociado a los TLD usados por la Empresa

Implementación Matemática.

Sistema de Ecuaciones Diferenciales

Métodos Numéricos.

Simulación del Comportamiento experimental

Conclusiones Teóricas.

Implementar en Datos Experimentales

Clusterización.

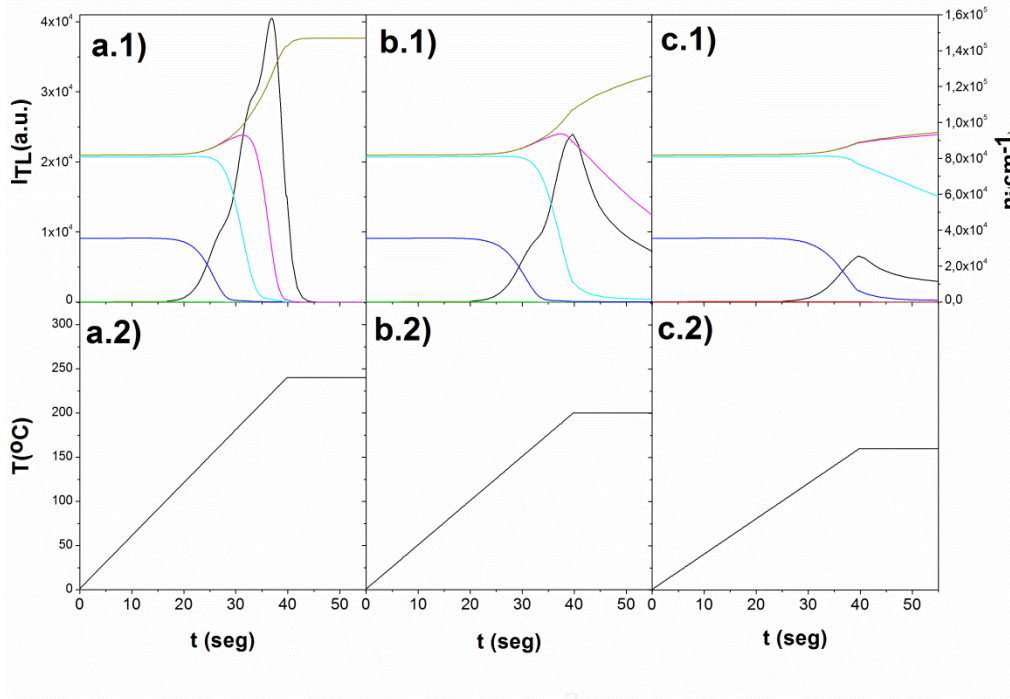
Sistema de Inteligencia Artificial

Resultados

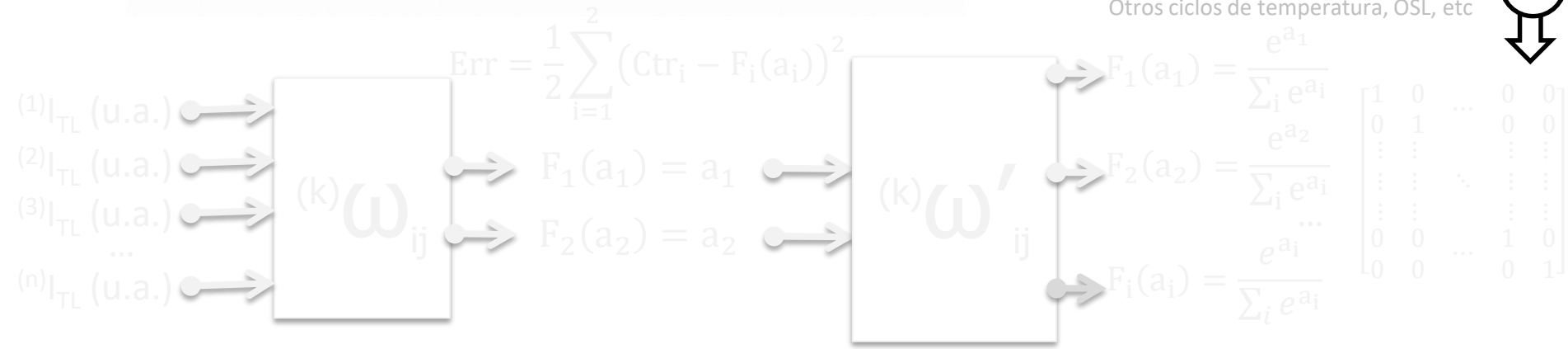
Redes Neuronales Conectadas, MLP

Exportar Método

Otros ciclos de temperatura, OSL, etc



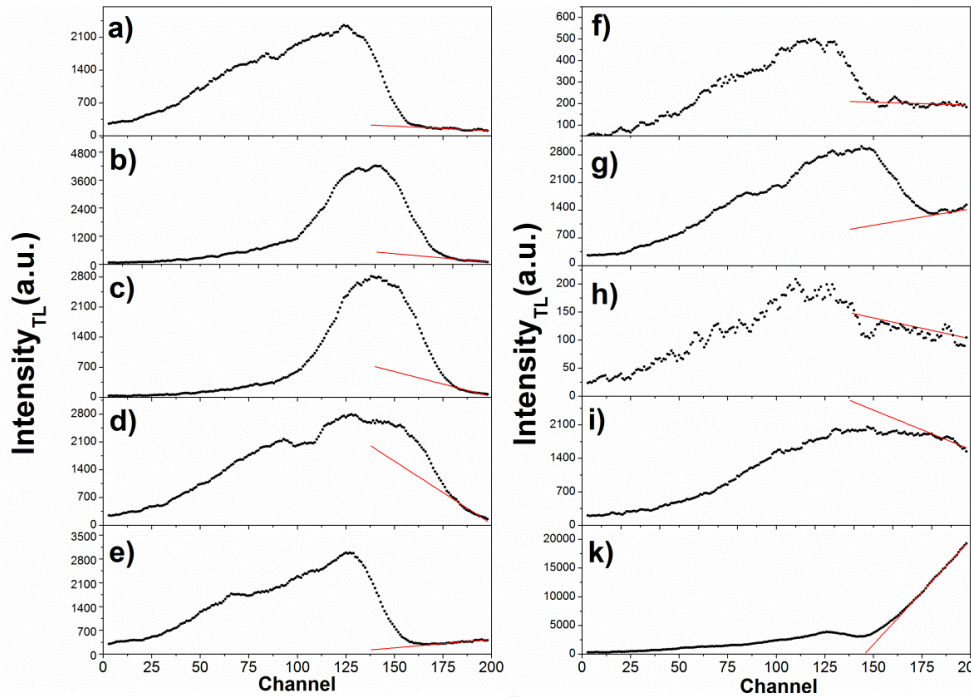
$$Err = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 (Ctr_i - F_i(a_i))^2$$



DBSCAN + MLP

Empresa de Servicios de Dosimetría.

Problema Técnico asociado al Volumen de lectura



Modelo Teórico.

Asociado a los TLD usados por la Empresa

Implementación Matemática.

Sistema de Ecuaciones Diferenciales

Métodos Numéricos.

Simulación del Comportamiento experimental

Conclusiones Teóricas.

Implementar en Datos Experimentales

Clusterización.

Sistema de Inteligencia Artificial

Resultados

Redes Neuronales Conectadas, MLP.

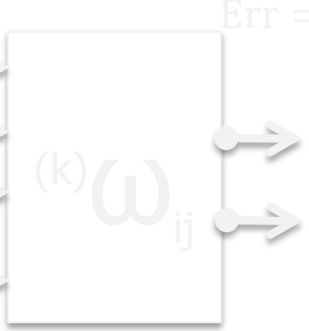
Exportar Método

Otros ciclos de temperatura, OSL, etc



$$Err = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 (Ctr_i - F_i(a_i))^2$$

- (1) I_{TL} (u.a.)
- (2) I_{TL} (u.a.)
- (3) I_{TL} (u.a.)
- ...
- (n) I_{TL} (u.a.)



$$F_1(a_1) = a_1$$

$$F_2(a_2) = a_2$$



$$F_1(a_1) = \frac{e^{a_1}}{\sum_i e^{a_i}}$$

$$F_2(a_2) = \frac{e^{a_2}}{\sum_i e^{a_i}}$$

$$F_i(a_i) = \frac{e^{a_i}}{\sum_i e^{a_i}}$$

1	0	...	0	0
0	1	...	0	0
...
0	0	...	1	0
0	0	...	0	1

DBSCAN + MLP

Empresa de Servicios de Dosimetría.

Problema Técnico asociado al Volumen de lectura

Modelos Teórico.

Asociado a los TLD usados por la Empresa

Implementación Matemática.

Sistema de Ecuaciones Diferenciales

Métodos Numéricos.

Simulación del Comportamiento experimental

Conclusiones Teóricas.

Implementar en Datos Experimentales

Clusterización.

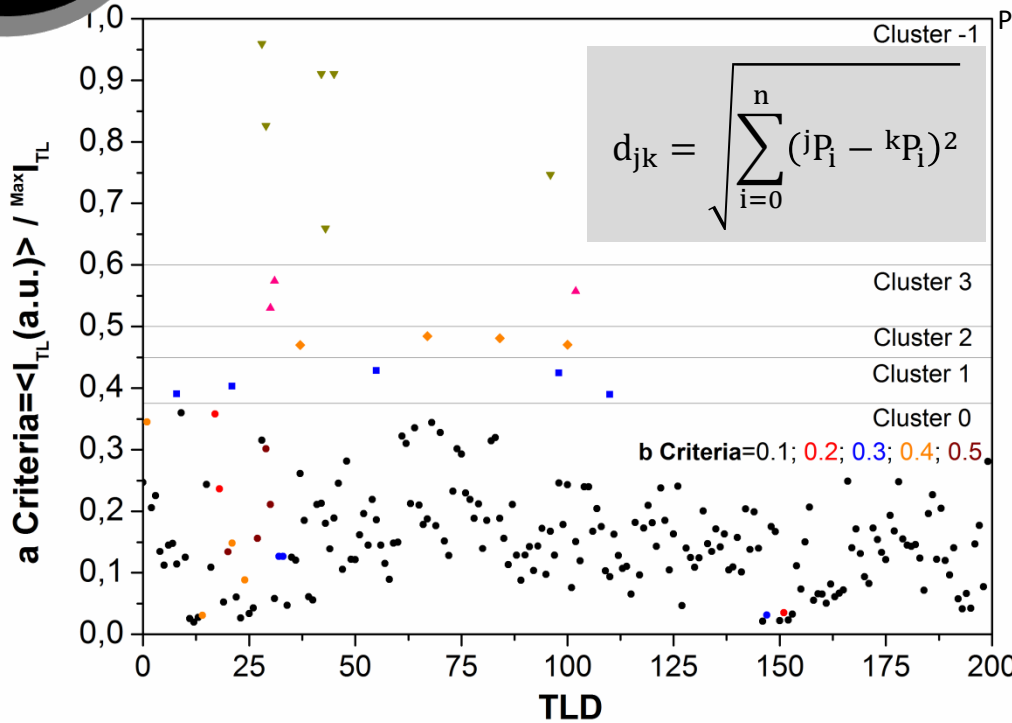
Sistema de Inteligencia Artificial

Resultados

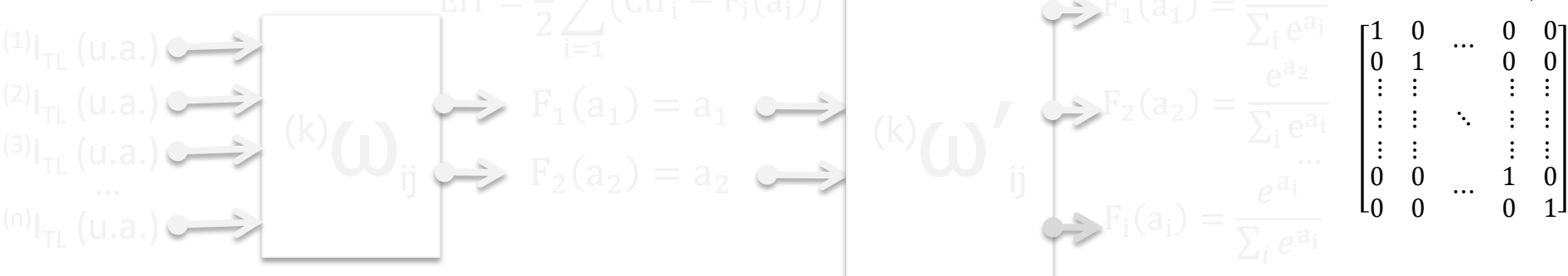
Redes Neuronales Conectadas, MLP.

Exportar Método

Otros ciclos de temperatura, OSL, etc



$$Err = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 (Ctr_i - F_i(a_i))^2$$



DBSCAN + MLP

Empresa de Servicios de Dosimetría.

Problema Técnico asociado al Volumen de lectura

Modelo Teórico.

Asociado a los TLD usados por la Empresa

Implementación Matemática.

Sistema de Ecuaciones Diferenciales

Métodos Numéricos.

Simulación del Comportamiento experimental

Conclusiones Teóricas.

Implementar en Datos Experimentales

Clusterización.

Sistema de Inteligencia Artificial

Resultados

Redes Neuronales Conectadas, MLP.

Exportar Método

Otros ciclos de temperatura, OSL, etc

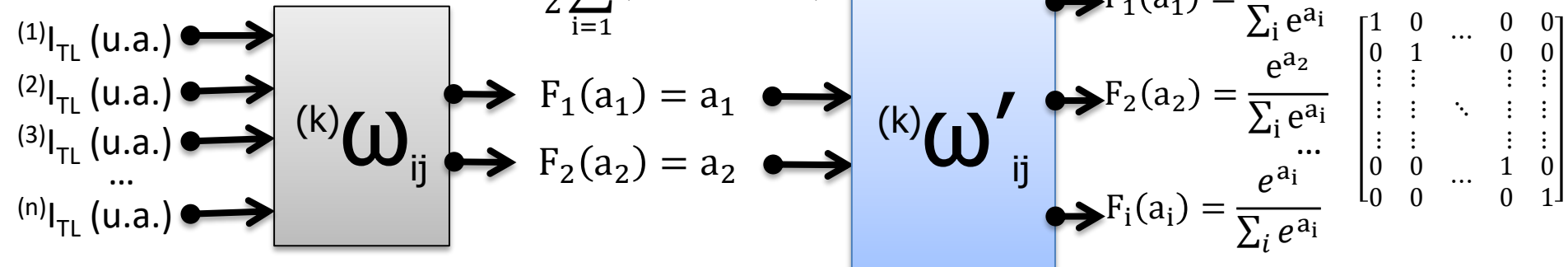


VARIABLES INDEPENDIENTES
(Capa de Entrada)

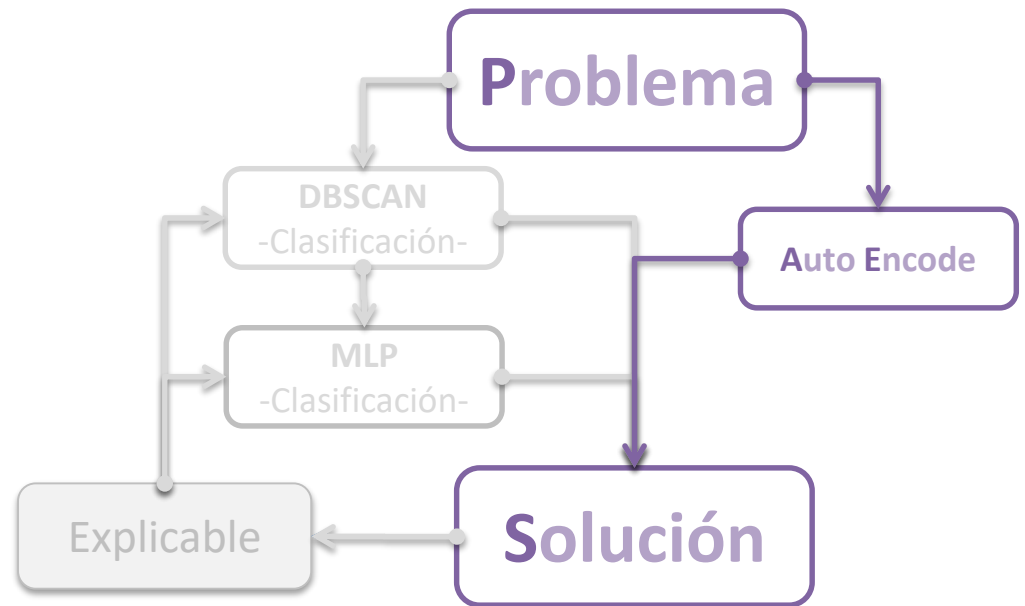
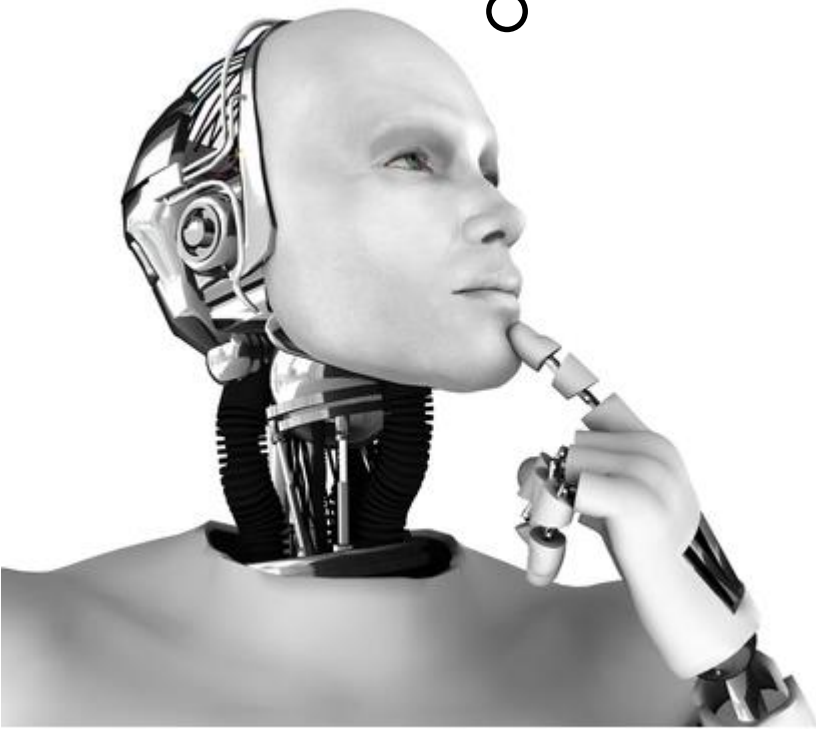
VARIABLES DEPENDIENTES
(Capa de Salida)

$$\begin{array}{l}
 {}^{(1)}I_{TL1} \quad {}^{(1)}I_{TL2} \quad {}^{(1)}I_{TL3} \quad \dots \quad {}^{(1)}I_{TL_{n-2}} \quad {}^{(1)}I_{TL_{n-1}} \quad {}^{(1)}I_{TLn} \quad \left[{}^{(1)}m; \frac{\langle {}^{(1)}I_{TL} \rangle}{{}^{(1)}I_{TLMax}}; (0,0,\dots,1) \right] \\
 {}^{(2)}I_{TL1} \quad {}^{(2)}I_{TL2} \quad {}^{(2)}I_{TL3} \quad \dots \quad {}^{(2)}I_{TL_{n-2}} \quad {}^{(2)}I_{TL_{n-1}} \quad {}^{(2)}I_{TLn} \quad \left[{}^{(2)}m; \frac{\langle {}^{(2)}I_{TL} \rangle}{{}^{(2)}I_{TLMax}}; (0,1,\dots,0) \right] \\
 \dots \\
 {}^{(k)}I_{TL1} \quad {}^{(k)}I_{TL2} \quad {}^{(n)}I_{TL3} \quad \dots \quad {}^{(k)}I_{TL_{n-2}} \quad {}^{(k)}I_{TL_{n-1}} \quad {}^{(k)}I_{TLn} \quad \left[{}^{(k)}m; \frac{\langle {}^{(k)}I_{TL} \rangle}{{}^{(k)}I_{TLMax}}; (1,0,\dots,0) \right]
 \end{array}$$

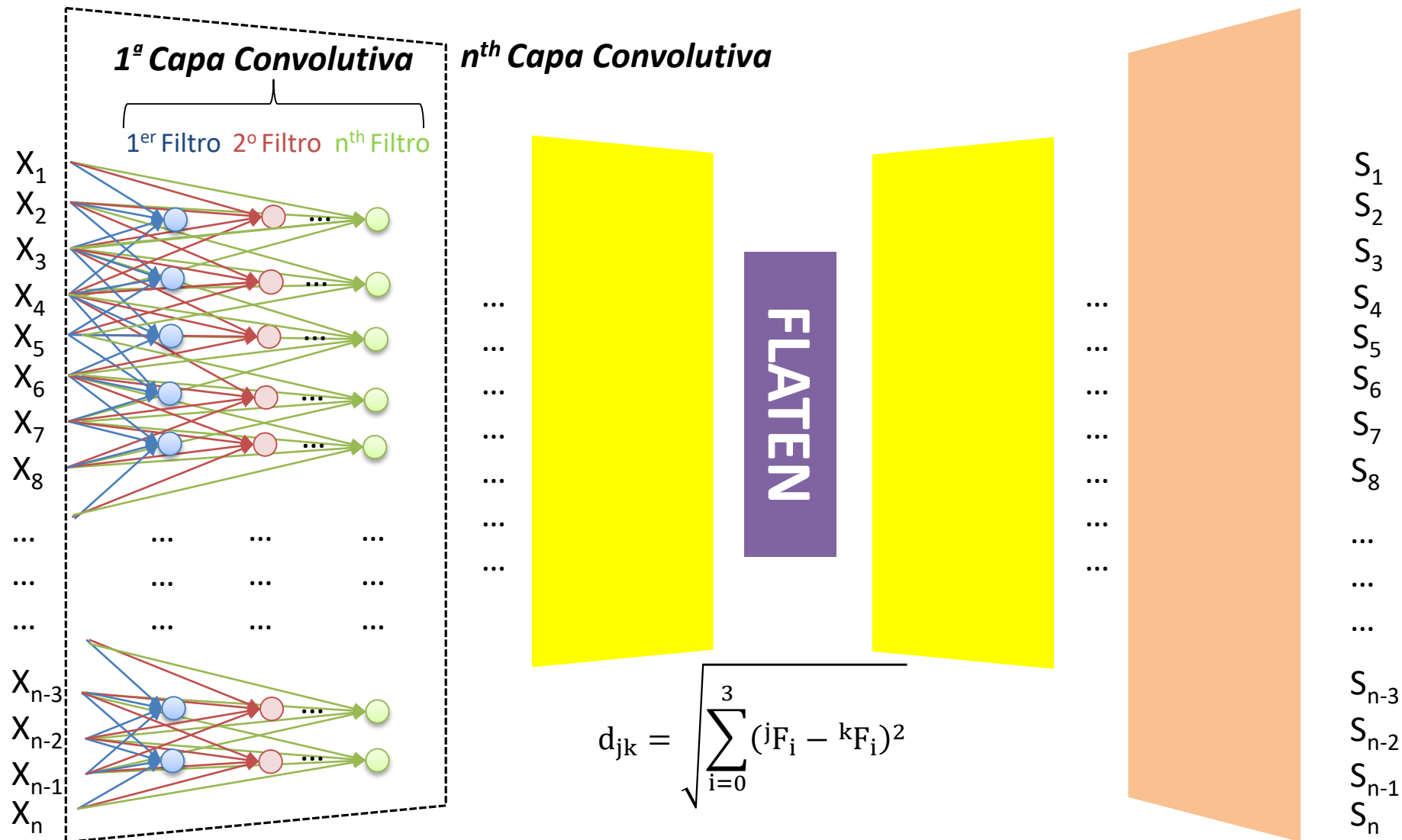
$$Err = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 (Ctr_i - F_i(a_i))^2$$



¿I.A. *Explicable?*

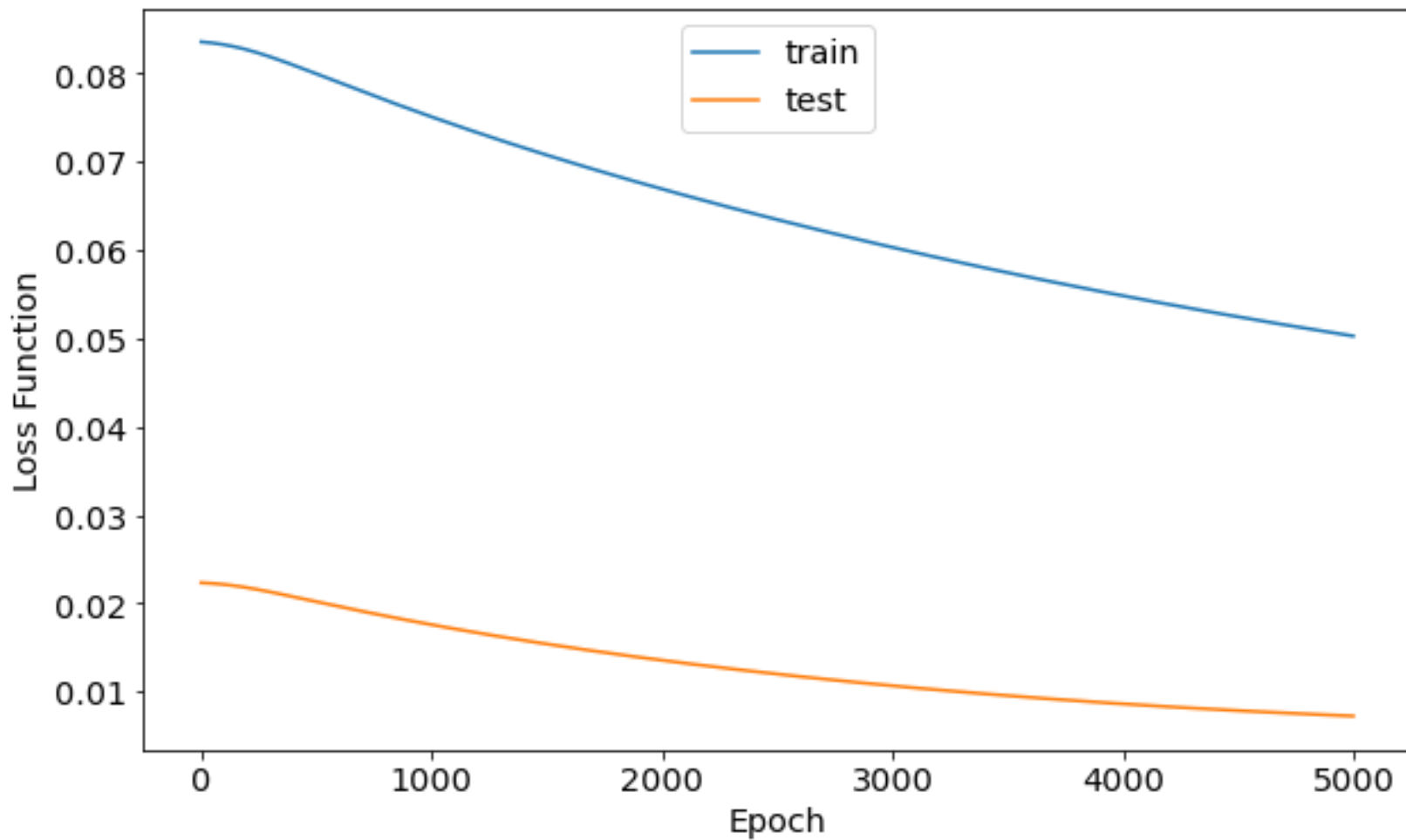


Auto Encode



Auto Encode

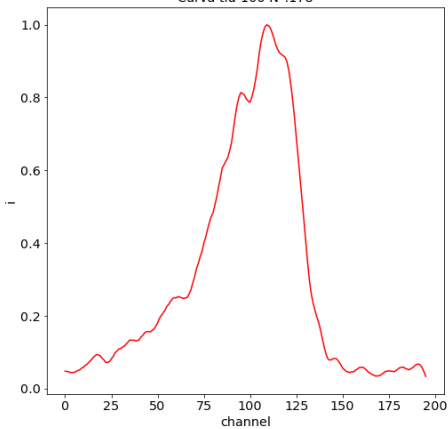
$$\text{Loss Function} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \frac{((i)X_j - (i)S_j)^2}{2}$$



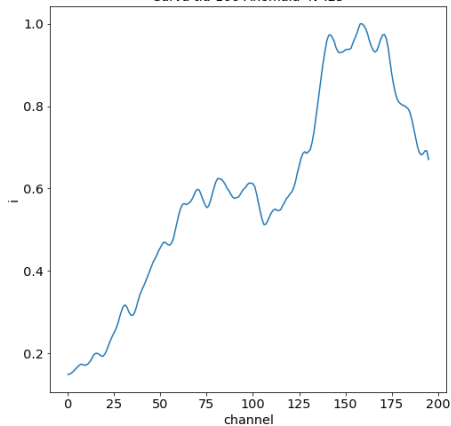
DBSCAN

Resultados

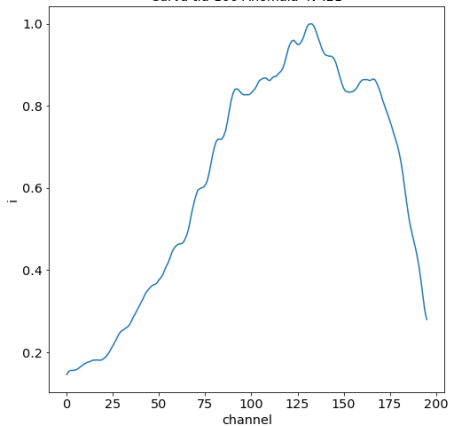
Curva tld-100 Nº:178



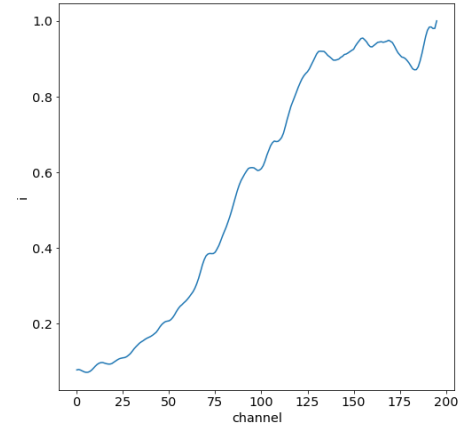
Curva tld-100 Anomala Nº:25



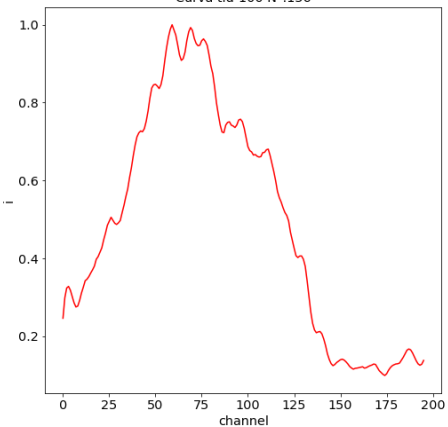
Curva tld-100 Anomala Nº:21



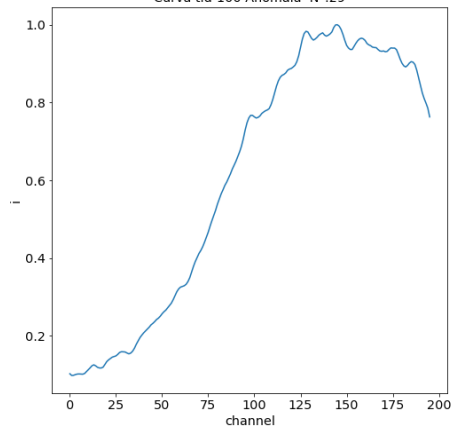
Curva tld-100 Anomala Nº:28



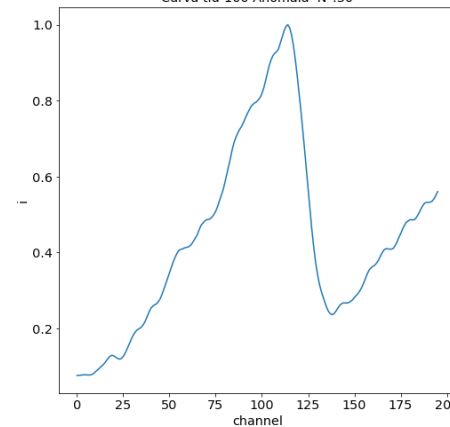
Curva tld-100 Nº:156



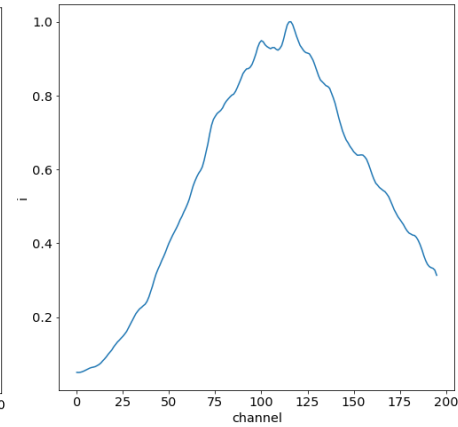
Curva tld-100 Anomala Nº:29



Curva tld-100 Anomala Nº:30



Curva tld-100 Anomala Nº:1



Diseño de un perceptrón multidimensional y multicapa para la clasificación de Curvas de Luz termoluminiscentes obtenidas en servicios en rutina.

Sistemas basados en Inteligencia Artificial

