



# **NNEP 4.0**

**César Hervás-Martínez  
Pedro Antonio Gutiérrez Peña**

**Grupo de Investigación AYRNA**

**Departamento de Informática y Análisis  
Numérico**

**Universidad de Córdoba  
Campus de Rabanales. Edificio Einstein.**

**Emails: [chervas@uco.es](mailto:chervas@uco.es)**

**[pagutierrez@uco.es](mailto:pagutierrez@uco.es)**

**2021-2022**



# Software NNEP 4.0



Considere las bases de datos Pima (Diabetes), Glass y “Banking Crisis” y aplique el clasificador MLP con diferente número de nodos en la capa oculta (valor por defecto a 3 nodos, 7, 10, 15) y el diseño experimental dado por 66% de entrenamiento y 33% de test y 5-fold cross-validation. Apartado a)

## PIMA (DIABETES) UTILIZANDO WEKA

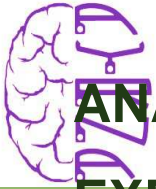
Clasificador MLP. Diseño experimental 66% -33%

Nº nodos	CCR	MS
a	0.743	0.675
3	0.755	0.699
7	0,732	0,711
10	0.747	0,699
15	0,751	0,651

Mejor combinación de CCR y MS



**Algoritmo evolutivo NNEP A) Con la base de datos “Banking Crisis” utilizando un diseño holdout aplique el algoritmo NNEP con unidades producto, sigmoides, RBF e Híbridas PU+RBF y obtenga los resultados correspondientes, analizando las matrices de confusión y muestre los mejores modelos obtenidos con cada tipo de red.**



## ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS UTILIZADOS EN LOS EXPERIMENTOS



Se trata de un problema con **22 variables de entrada**. Hemos trabajado con una población de **1000 individuos** para ser entrenados en el experimento, compuesto por **100 generaciones** (condición de parada), con **4 nodos mínimo en capa oculta**, 5 iniciales y 6 de máximo, posteriormente hemos probado con 1-2-3 (según función utilizada); **entre 1 y 2 neuronas a añadir o eliminar** (mutación estructural), hemos dejado los valores por defecto en la **mutación paramétrica**, replicando el **10%** de los mejores individuos y pasándolos a la siguiente generación (tan sólo se les aplica mutación paramétrica) y desechando el 10% de los peores. Al 90% restante se le aplica mutación estructural y paramétrica. La otra **condición de parada es la de 20 generaciones** seguidas sin incremento medio en el número de patrones bien clasificados y el fitness del modelo.

**Edit experiment "CrisisBancariaSigmoide"**

**Experiment**

Name of the Experiment: CrisisBancariaSigmoide

Number of Executions: 5

**Algorithm**

Type of Algorithm: NeuralNetAlgorithm

Type of Problem: Classification

**Evaluator**

Error Function: MultiOutputMSEErrorFunction

☒ Normalize Data

Train Data File: C:\Archivos de programa\NNEP3\data\train\_bankruptdef.dat

Test Data File: C:\Archivos de programa\NNEP3\data\test\_bankruptdef.dat

**Mutators**

Structural Mutator: StructuralMutator

Parametric Mutator: ParametricSAMutator

**Listeners**

Statistical Listener

☒ Statistical Reports

Report Directory Name: crisis bancaria ETEAsigmoide1

Extended Report Frequency: 50

Number of Decimals: 7

**Archivos de entrenamiento y de Generalización**

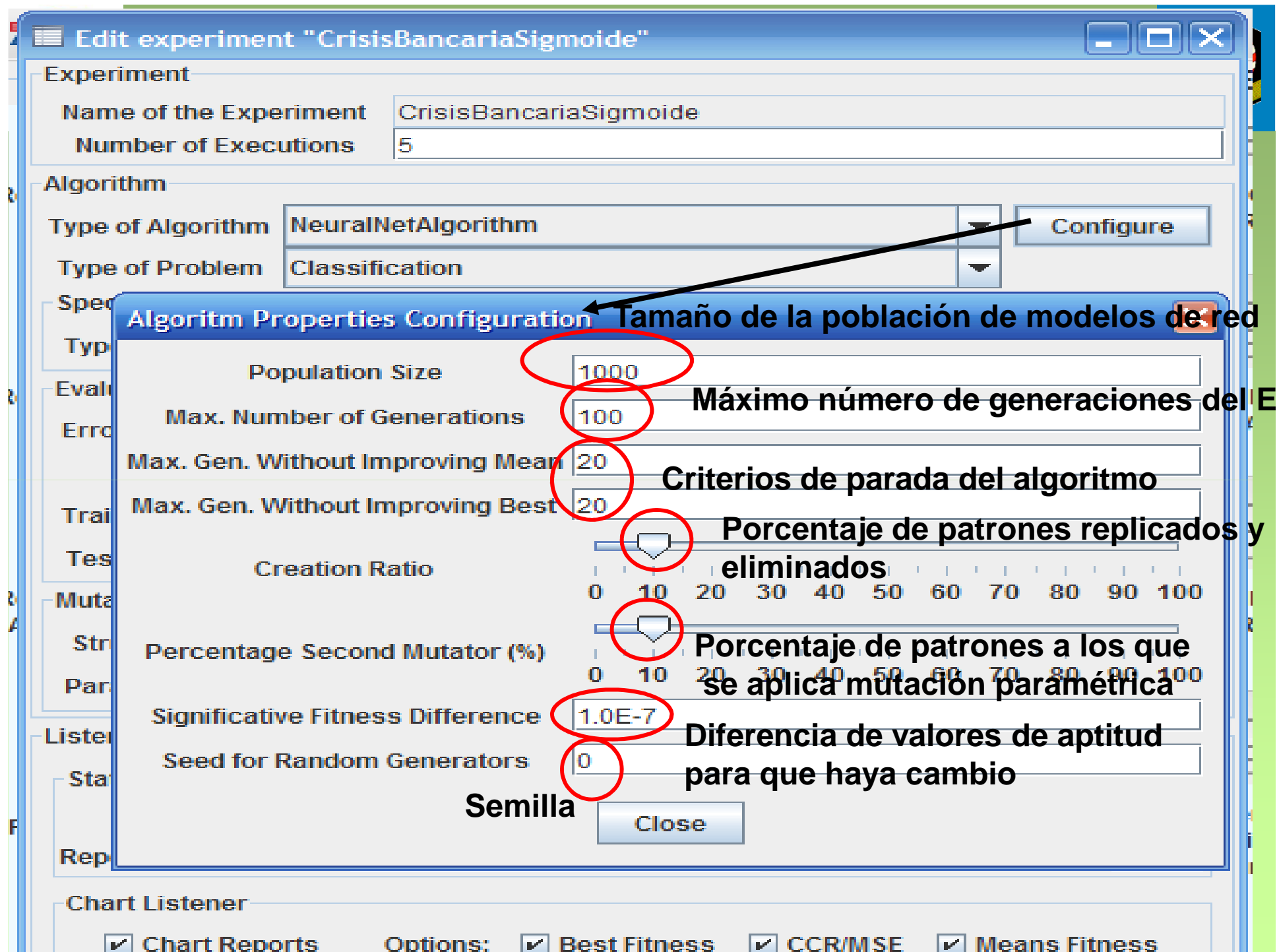
**Directorio de salida**

**Número de cifras decimales significativas**

**Cada este número de ejecuciones se sacan resultados**

**Al ser un algoritmo estocástico hay que hacer varias ejecuciones**

**Es un problema de Clasificación**



**Specie Properties Configuration**

**Input Layer**

Number of Inputs  **Número de variables independientes**

**Hidden Layer**

Type of Layer  **Unidades Sigmoides en capa oculta**

Initiator  ☒ Biased

Minimum Number of Neurons  **Número de neuronas mínimo y máximo de los modelos de red de la población inicial**

Initial Number of Neurons

Max. Number of Neurons  **Número máximo de neuronas a lo largo del proceso evolutivo**

**Output Layer**

**Capa de salida lineal**

Type of Layer

Initiator  ☒ Biased

Number of Outputs  **Número de neuronas de salida. Al ser clasificación binaria con una salida basta al utilizar una función softmax**

**Sesgos**

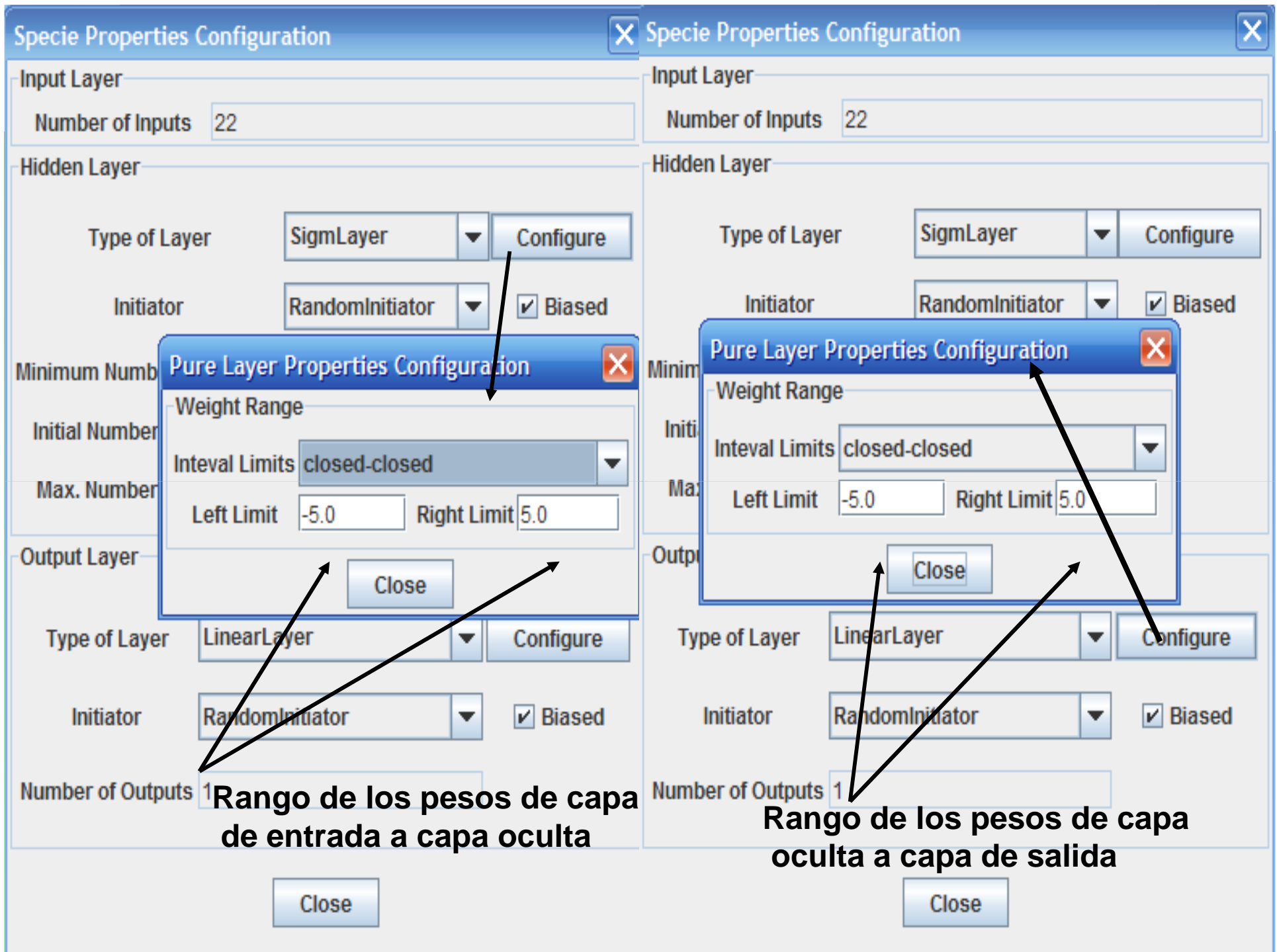
of Decimals

Report Frequency

**Chart Listener**

☒ Chart Reports Options: ☒ Best Fitness ☒ CCR/MSE ☒ Means Fitness





**Edit experiment "CrisisBancariaSigmoide"**

**Experiment**

Name of the Experiment: CrisisBancariaSigmoide

Number of Executions: 5

**Algorithm**

Type of Algorithm: NeuralNetAlgorithm

Type of Problem: Classification

**Specie**

Type of Specie: NeuralNetIndividualSpecies

**Evaluator**

Error Function: MultiOutputMSEErrorFunction

☒ Normalize Data

**Train Data File**

**Test Data File**

**Mutators**

Structural M

Parametric M

**Listeners**

Statistical Li

Report Direct

Chart Listen

☒ Chart I

**Normalize Data Properties Configuration**

**Input Data Interval**

Interval Limits: closed-closed

Left Limit: 0.1

Right Limit: 0.9

**Output Data Interval**

Interval Limits: closed-closed

Left Limit: 0.0

Right Limit: 1.0

**La entrada está entre 0.1 y 0.9 para evitar la saturación de la señal de la función sigmoide en el 0 y en el 1**

**La salida está entre 0 y 1 al ser una probabilidad**

Results: 7

Frequency: 50

Means Fitness



## Structural Mutator Properties Configura...

Temperature Exponent

1.0

Significative Weigth

1.0E-7

Neurons

Neurons  
to add

Min.

1

Max.

2

Neurons  
to remove

Min.

1

Max.

2

Links

Links  
to add

Min.

Max.

Links  
to remove

Min.

Max.

☒ Relative Mutation

Percentage of links to mutate to layer

Hidden

30

Output

5

Close

StructuralMutator

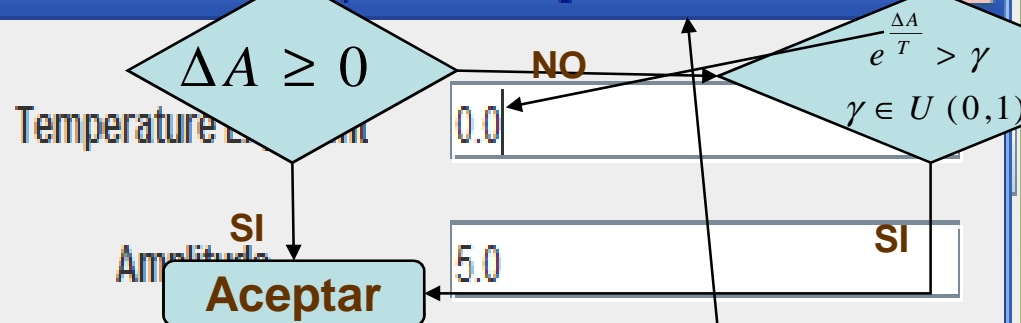
Parametric SAMutator

Exponente de la función de Temperatura  
Utilizado en la mutación estructural para  
Controlar la severidad de las mutaciones

Numero de neuronas a añadir  
o eliminar en la mutación estructural

Porcentaje de enlaces a añadir o  
eliminar de capa de entrada a capa  
oculta y de capa oculta a capa de  
salida en la mutación estructural

# Parametric Mutator Properties Configuration



Temperature Difference

0.0

Amplitude

5.0

Fitness Difference

1.0E-7

Initial Alpha for Input Weights

0.5

Initial Alpha for Output Weights

1.0

☐ Selective Mutation

$$\alpha_i(t+1) = \begin{cases} (1+\beta)\alpha_i(t), & \text{si } A(s) > A(s-1), \quad \forall s \in \{t, t-1, \dots, t-r\} \\ (1-\beta)\alpha_i(t), & \text{si } A(s) = A(s-1), \quad \forall s \in \{t, t-1, \dots, t-r\} \\ \alpha_i(t) & \text{en el resto de casos} \end{cases}$$

Close

StructuralMutator

Configure

ParametricSAMutator

Configure

## Enfriamiento Simulado



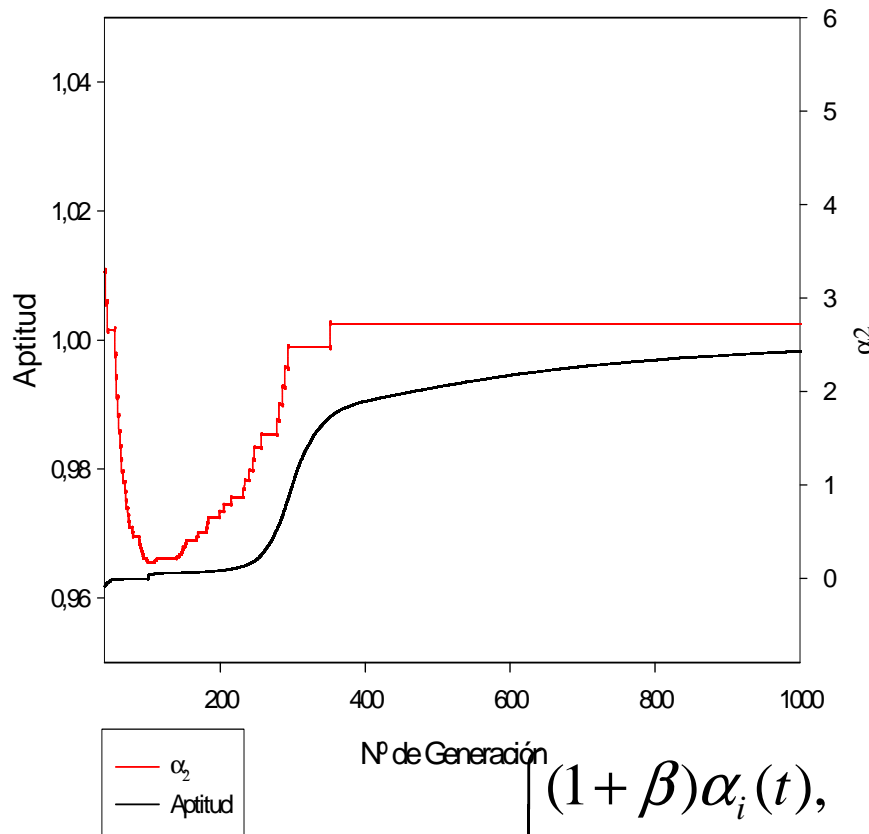
Rechazar

Valores de la mutación parametrica

si  $A(s) > A(s-1), \quad \forall s \in \{t, t-1, \dots, t-r\}$   
 si  $A(s) = A(s-1), \quad \forall s \in \{t, t-1, \dots, t-r\}$   
 en el resto de casos



## Evolución de $\alpha_1, \alpha_2$



$$\alpha_i(t+1) = \begin{cases} (1 + \beta)\alpha_i(t), & \text{si } A(s) > A(s-1), \quad \forall s \in \{t, t-1, \dots, t-r\} \\ (1 - \beta)\alpha_i(t), & \text{si } A(s) = A(s-1), \quad \forall s \in \{t, t-1, \dots, t-r\} \\ \alpha_i(t) & \text{en el resto de casos} \end{cases}$$

- Si el mejor individuo mejora durante 10 generaciones seguidas se aumenta el valor de  $\alpha_1, \alpha_2$

- Si el mejor individuo no mejora durante 10 generaciones seguidas se disminuye el valor de  $\alpha_1, \alpha_2$

si  $A(s) > A(s-1), \quad \forall s \in \{t, t-1, \dots, t-r\}$   
si  $A(s) = A(s-1), \quad \forall s \in \{t, t-1, \dots, t-r\}$   
en el resto de casos

- Zona Prometedora=> Se aumenta el grado de mutación

- Zona no Prometedora=> Se disminuye el grado de mutación

## Chart Listener

☒ Chart Reports

Options:

☒ Best Fitness

☒ CCR/MSE

☒ Means Fitness

Accept

Cancel



Experiment: CrisisBancariaSigmoide - Current Running Execution # 4 ...

### Executions

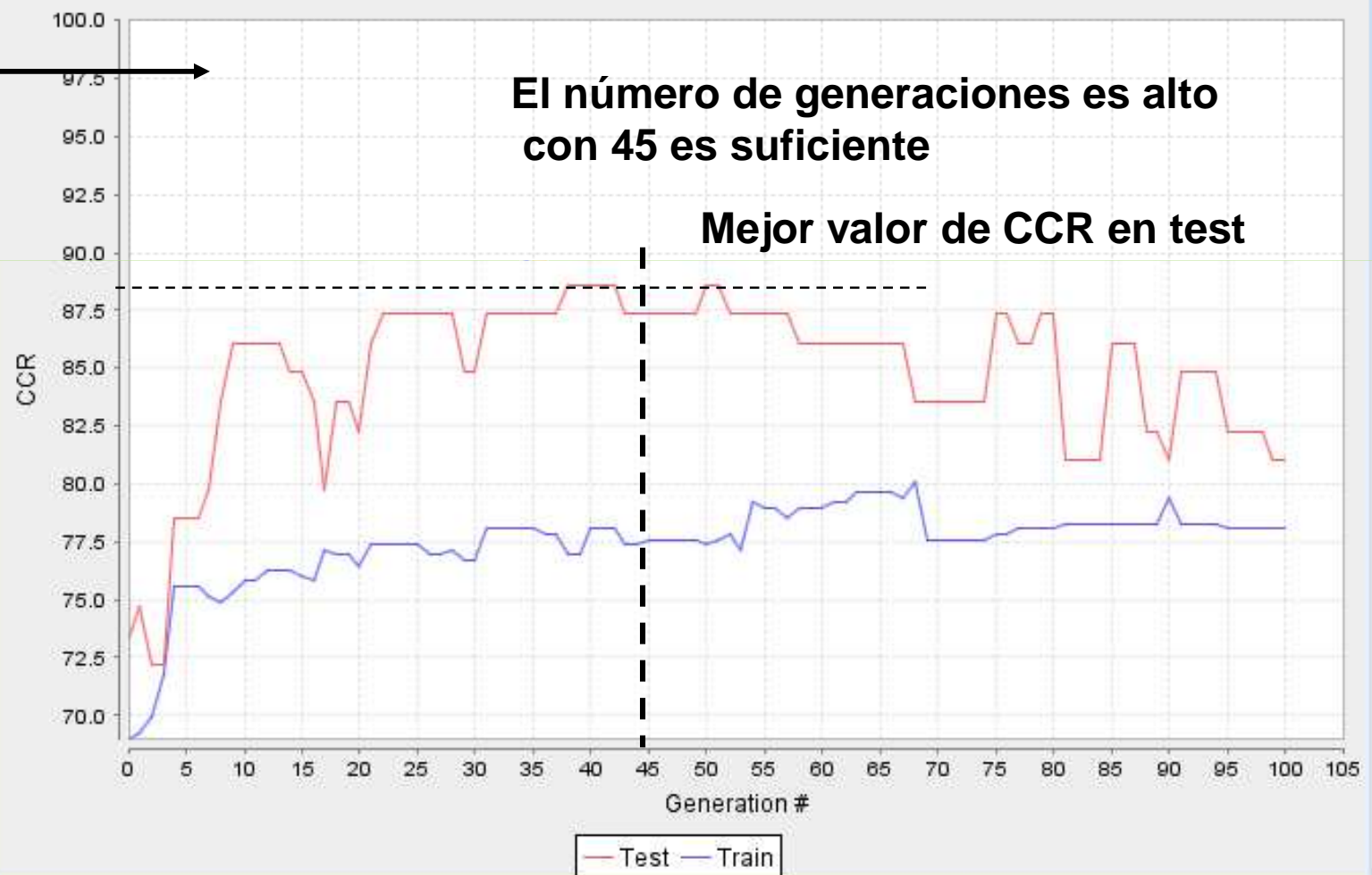
Execution #0  
Execution #1  
Execution #2  
Execution #3  
Execution #4

Fitness

CCR

Mean Fitness

### Classification



## Best Neuralnet

### Información de las salidas en cada generación

```
-3.037715022310771 * ( x1 )  
+4.052957177079351 * ( x3 )  
+6.174050909107757 * ( x4 )  
+2.7398651061275925 * ( x5 )  
-2.0608418574396934 * ( x6 )  
-0.2751289412512349 * ( x7 )  
+1.2173925894776367 * ( x8 )  
+3.6687072285380933 * ( x12 )  
-1.6693650633136237 * ( x14 )  
+0.4070195612242719 * ( x15 )  
-1.5228758564165925 * ( x17 )  
+1.8758951900618845 * ( x19 )  
-1.6354735411321568 * ( x20 )  
-2.6317751726916083 * ( x22 )  
-3.300329128952152 * (1) )) )
```

-3.625930062845518 \* (1)

Fitness: 0.013869275048806707

Number of hidden neurons: 4 Number of effective links: 36

Train CCR: 76.92307692307693

Test CCR: 87.34177215189874

AlphaInput 0.5 AlphaOutput 1.0

Generations without improving ==> Best: 0 ( 0.013869275048806707 / 0.013832916503070022 )

Mean: 0 ( 0.013546418432320271 / 0.013537646969324166 )



**NNEP A) Con la base de datos “Banking Crisis” utilizando un diseño holdout aplique el algoritmo NNEP con unidades sigmoides y obtenga los resultados correspondientes, analizando las matrices de confusión y muestre los mejores modelos obtenidos con cada tipo de red.**

**BANKING CRISIS.** Peores resultados que en la generación 50  
**REDES UNIDADES SIGMOIDES.** Capa oculta 4-5-5  
**Generación 100, conjunto de test**

Iteration	Generation	CABestEP	NoflinksBest EP
1	100	74.6835443	48
2	100	79.7468354	52
3	100	81.0126582	40
4	100	83.5443038	45
5	100	79.7468354	36
Mean		79.7468354	44.2000000
StdDv		3.2272275	6.3403470





**NNEP A) Con la base de datos “Banking Crisis” utilizando un diseño holdout aplique el algoritmo NNEP con unidades sigmoides y obtenga los resultados correspondientes, analizando las matrices de confusión y muestre los mejores modelos obtenidos con cada tipo de red.**

**BANKING CRISIS.**

**REDES UNIDADES SIGMOIDES. Capa oculta 4-5-5**

**Generación 50, conjunto de test**

Iteration		Generation	CABestEP	NoflinksBestEP
Mejor modelo	1	50	70.8860759	48
	2	50	86.0759494	52
	3	50	88.6075949	40
	4	50	79.7468354	54
	5	50	74.6835443	36
		Mean	80.0000000	46.0000000
		StdDv	7.4565451	7.7459667



**NNEP A) Con la base de datos “Banking Crisis” utilizando un diseño holdout aplique el algoritmo NNEP con unidades sigmoides y obtenga los resultados correspondientes, analizando las matrices de confusión y muestre los mejores modelos obtenidos con cada tipo de red.**



**BANKING CRISIS. REDES U. SIGMOIDES. Capa oculta 4-5-5 Generación 50, conjunto de test**

**fitness: 0.013969642496342203**

**Number of hidden neurons: 4 Number of effective links: 40**

**Train CCR: 77.38**

**Train Confussion Matrix**

Pred.	0	1	CCR
Target			
0	64	73	0.4671
1	27	278	0.9114

**Test CCR: 88.61**

**Test Confussion Matrix**

Predicted	0	1	CCR
Target			
0	21	6	0.7777
1	3	49	0.9423

**Train Log: 0.4958183815024666**

**TrainChisq: 70.5837932332083**



**NNEP A) Con la base de datos “Banking Crisis” utilizando un diseño holdout aplique el algoritmo NNEP con unidades producto y obtenga los resultados correspondientes, analizando las matrices de confusión y muestre los mejores modelos obtenidos con cada tipo de red.**

## **BANKING CRISIS.**

### **REDES UNIDADES PRODUCTO. Capa oculta 4-5-6**

Iteration	Generation	CABestEP	NoflinksBestEP
1	100	75,9493671	61
2	100	86,0759494	53
3	100	79,7468354	52
4	100	83,5443038	37
5	100	82,2784810	35

**Mejores resultados**

**Mean  
StdDv**

**81,5189873**

**3,8602407**

**47,6000000**

**11,1713920**



## ***Base de datos indias Pima: Problema de clasificación binaria***



**Diseño experimental : hold\_out estratificado 75% para entrenar y 25% para generalizar para cada una de las dos clases**

**train\_pima.dat: 576 patrones 8 variables de entrada y 2 de salida**

**test\_pima.dat: 192 patrones 8 variables de entrada y 2 de salida**

## ***Base de datos Grate: Problema de Regresión en Microbiología Predictiva***

**Diseño experimental : hold\_out estratificado 75% para entrenar y 25% para generalizar**

**train\_grate.dat: 150 patrones 4 variables de entrada y 1 de salida**

**test\_grate.dat: 60 patrones 4 variables de entrada y 1 de salida**

Neural Network Evolutionary Programming

File Edit Run **PIMA CON NNEP 3.0**

riesgopai sPU pima Riesgopai sSU

Edit experiment "pima"

Experiment

Name of the Experiment

Number of Executions

Algorithm

Type of Algorithm  Configure

Type of Problem  Configure

Specie

Type of Specie  Configure

Evaluator

Error Function  Configure

☒ Normalize Data

Train Data File  Open...

Test Data File  Open...

Mutators

Structural Mutator  Configure

Parametric Mutator  Configure

Listeners

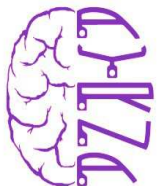
Statistical Listener

☒ Statistical Reports

Report Directory Name  Number of Decimals

Extended Report Frequency

Al ser un algoritmo estocástico hay que hacer varias ejecuciones



## Resultados Base de datos indias Pima



Mejor modelo BBDD PIMA con PU con 2, 4, 5 nodos en capa oculta

Iteration 2 - Generation 30 - Methodology EP

$$\begin{aligned} & -3.900512587963034 * (x_1^{-0.13684235372038445} * x_2^{0.8947057849519509} * x_3^{-} \\ & 0.16177688100613585 * x_4^{-0.22211012576697753} * x_6^{0.4913432471220496} * \\ & x_7^{0.23623427912780293} ) \\ & +4.879092963310238 * (x_1^{0.11285972138120698} * x_2^{-1.3619173861726994} * \\ & x_3^{0.9628706545339946} * x_5^{0.05405779792187547} * x_6^{-1.5084101778277188} ) \\ & +6.132961230744894 * (x_1^{-1.409023891889148} * x_2^{-0.7106040581439343} * x_3^{-} \\ & 0.5403167304727159 * x_4^{-0.28968502343526836} * x_5^{0.555395799909222} * x_7^{-} \\ & 0.4734870655117997 ) \\ & -0.11286664464330956 * (x_1^{0.8983631146643081} * x_2^{-1.7527372637244092} * \\ & x_6^{0.8171140881579099} * x_7^{0.2618757435172636} * x_8^{-1.956517944452171} ) \\ & +2.5127160041976815 * (1) \end{aligned}$$

Fitness: 0.010812206809437544

Number of hidden neurons: 4 Number of effective links: 27

**Test CCR: 82.29**

Test Confussion Matrix

Predicted	0	1	CCR
Target			
0	123	12	0.9111
1	22	35	0.6140

Train Log: 0.49129231836572657

TrainChisq: 91.48805702894435



## Resultados Base de datos indias Pima



**Train CCR: 76.5625**

**75.87**

**17**

**Train Confussion Matrix**

**76.56**

**27**

**Pred.    0            1            CCR**

**75.87**

**13**

**Target**

**0            325            40            0.8904**

**76.74**

**21**

**1            95            116            0.5497**

**76.91**

**21**

**Media 76.39**

**19.80**

**SD. 0.49**

**5.22**

**Test CCR: 82.29**

**78.13**

**17**

**Test Confussion Matrix**

**82.29**

**27**

**Predicted            0            1**

**79.17**

**13**

**CCR**

**Target**

**79.17**

**21**

**0            123            12            0.9111**

**79.17**

**21**

**1            22            35            0.6140**

**Media 79.58**

**19.80**

**SD. 1.58**

**5.22**



## Resultados Base de datos Grate



Mejor modelo con PU para Grate 1, 2, 5 numero de nodos. 1000 individuos

-----  
Iteration 4 - Generation 400 - Methodology EP  
-----

$$\begin{aligned} &1.3892874334462106 * (x_1^{1.1585166569836731} * x_4^{-0.1051251125212078}) \\ &+ 1.7863616190220453 * (x_1^{-4.087978726705221} * x_3^{-4.69547483185112} * \\ &x_4^{0.18663881866740797}) \\ &+ 0.1956211641178407 * (x_1^{-3.7369045659863787} * x_3^{2.4068525108311905} * \\ &x_4^{0.18625837668354234}) \\ &- 0.17422043783551888 * (x_1^{0.12967881626147726} * x_2^{-3.1639588170762014} * \\ &x_4^{0.3236642700125189}) \\ &+ 0.3228931353820062 * (x_1^{0.8356221719188421} * x_3^{-4.572180685852902}) \\ &- 1.0603249747825179 * (1) \end{aligned}$$

Fitness: 0.9961592282738658

Number of hidden neurons: 5 Number of effective links: 19

Train MSE: 3.948114052385393E-4

**Test MSE: 3.771368707920658E-4**

Train SEP: 9.28527137842698

Test SEP: 9.109535824243359



## Species Properties Configuration

### Modelos Híbridos

Number of Inputs 22

Hidden Layer

Type of Layer

HíbridoLayer

Initiator

HíbridoLayerInitiat...

Minimum Number of Neurons 4

Initial Number of Neurons 5

Max. Number of Neurons 5

Output Layer

Type of Layer

LinearLayer

Initiator

RandomInitiator

Number of Outputs 1

## Híbrido Layer Properties Configuration

Product Unit Neurons

☐ Active Percentage (%)

Initiator

RandomInitiator

Weight Range

Interval Limits closed-closed

Left Limit

Right Limit

Sigmoidal Neurons

☒ Active Percentage (%) 50

Initiator

RandomInitiator

Weight Range

Interval Limits closed-closed

Left Limit -1

Right Limit 1

RBF Neurons

☒ Active Percentage (%) 50

Initiator

RBFCClusterInitiator

Weight Range

Interval Limits closed-closed

Left Limit -2

Right Limit 2

Linear Neurons

☐ Active Percentage (%)

Initiator

RandomInitiator

Weight Range

Interval Limits closed-closed

Left Limit

Right Limit

Close

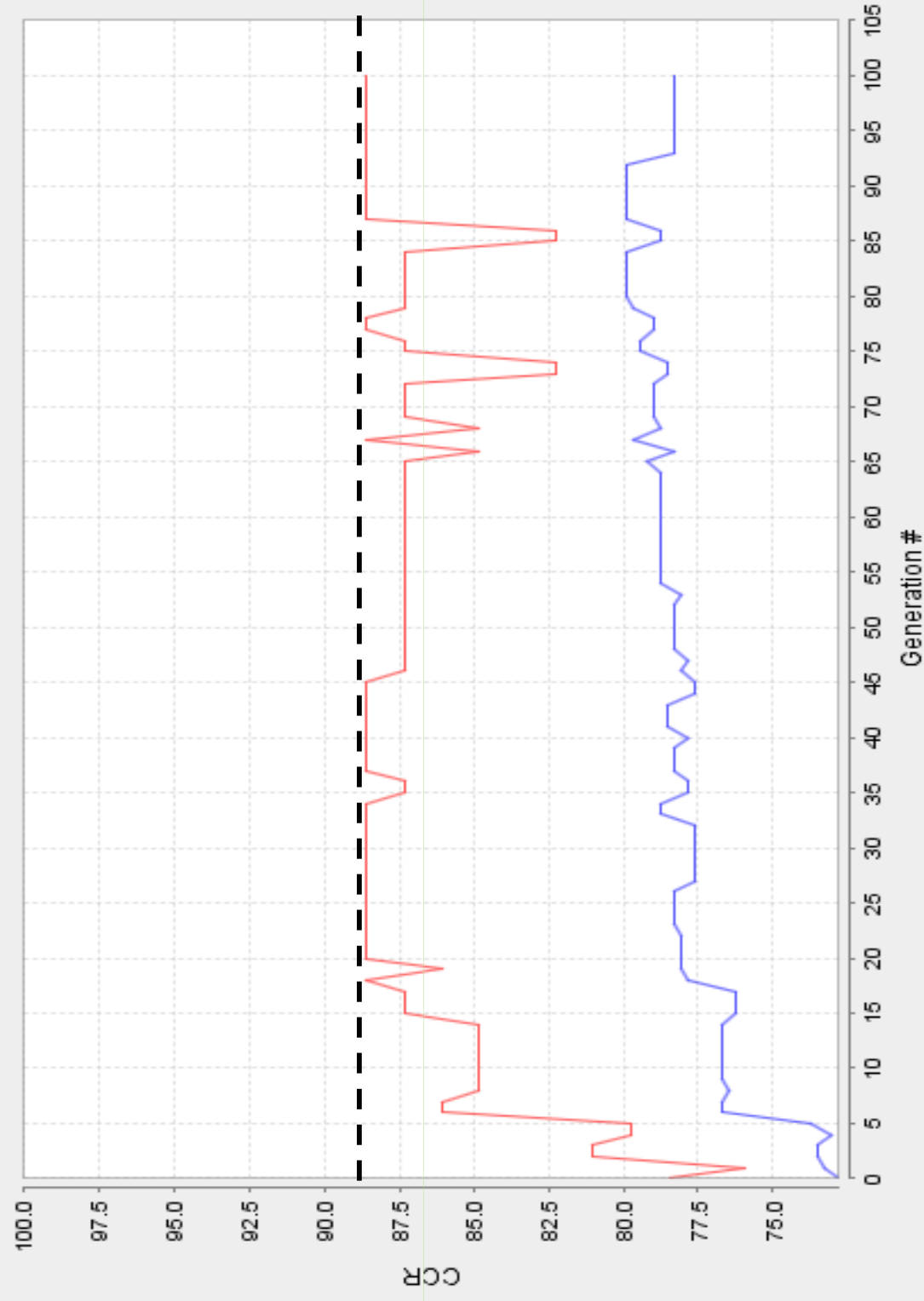
Coeficientes de la capa oculta para las U. Sigmoides y U. RBF

Executions

- Execution #0
- Execution #1
- Execution #2
- Execution #3
- Execution #4

Fitness CCR Mean Fitness

Classification





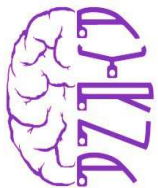
**NNEP A)** Con la base de datos “Banking Crisis” utilizando un diseño holdout aplique el algoritmo NNEP con **unidades producto** y obtenga los resultados correspondientes, analizando las matrices de confusión y muestre los mejores modelos obtenidos con cada tipo de red.



## BANKING CRISIS.

**REDES UNIDADES SRBF. Capa oculta 4-5-5.**  
**100**

		NoflinksBestE		
		Iteration	Generation	CABestEP P
Mejor modelo	1	100	88.61	110
	2	100	83.54	67
	3	100	88.61	63
	4	100	83.54	64
	5	100	84.81	77
		Mean		85.82 76.20
		StdDv		2.59 19.69



## MEJORES MODELOS OBTENIDOS CON REDES SIGMOIDES.



### Iteration 3 - Generation 100 - Methodology EP

-Fitness: 0.0140

Number of hidden neurons: 4

Number of effective links: 63

Train CCR: 78.51

Train Confussion Matrix

Pred.	0	1	CCR
Target			
0	59	78	0.43
1	17	288	0.94

Test CCR: 88.61

Test Confussion Matrix

Predicted	0	1	CCR
Target			
0	20	7	0.7407
1	2	50	0.9615

Train Log: 0.4958

TrainChisq: 70.2511



# **NNEP 4.0**

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

**César Hervás-Martínez  
Pedro Antonio Gutiérrez Peña**

**Grupo de Investigación AYRNA**

**Departamento de Informática y Análisis  
Numérico**

**Universidad de Córdoba  
Campus de Rabanales. Edificio Einstein.**

**Emails: [chervas@uco.es](mailto:chervas@uco.es)**

**[pagutierrez@uco.es](mailto:pagutierrez@uco.es) 2021-2022**