



Redes Neuronales

Grupo 10



Integrantes

Francisco Bartolomé

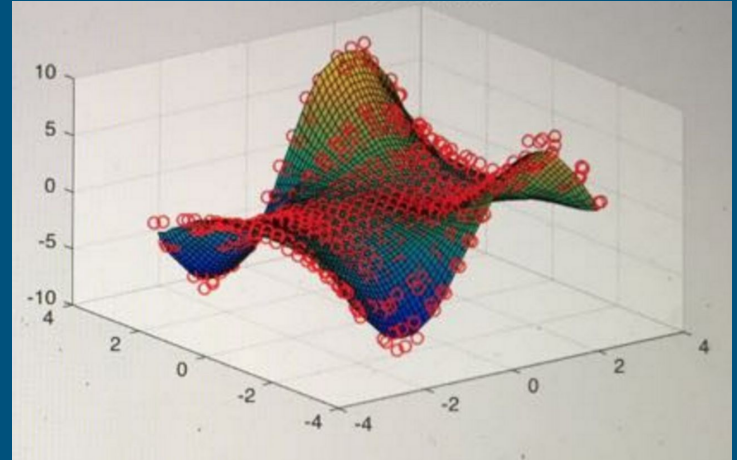
Juan Marcos Bellini

Natalia Navas



Problema

- Aproximación de terrenos
- Redes neuronales multicapa
- Aprendizaje supervisado



Red Neuronal - Implementación

- Pesos inicializados con valores aleatorios dentro del rango $(-k^{1/2}, k^{1/2})$
- Funciones de activación: exponencial y tangente hiperbólica
- Mejoras: momentum, η adaptativo y combinación de ambas

Funciones de Activación

- Función Hiperbólica (para funciones entre -1 y 1):

$$g(h) = \tanh(h)$$

$$g'(h) = (1 - g^2)$$

- Función Exponencial (para funciones entre 0 y 1):

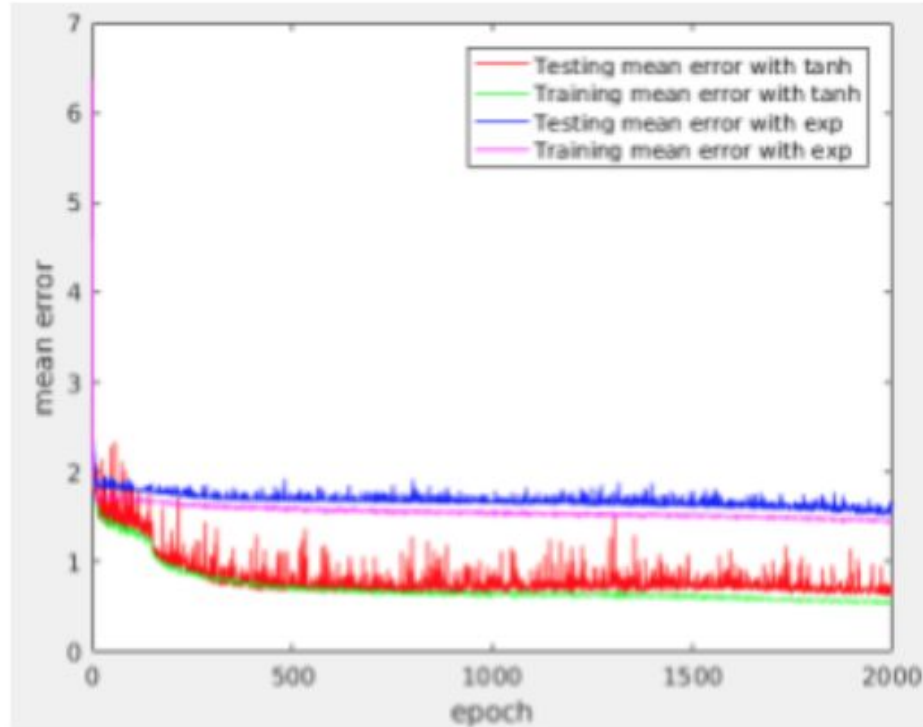
$$g(h) = (1 + e^{-2h})^{-1}$$

$$g'(h) = 2g(1 - g)$$

Error generado por las funciones de activación

Arquitectura de la red (capas ocultas)	Error Cuadrático Medio de entrenamiento (Tangente hiperbólica)	Error Cuadrático Medio de entrenamiento (Exponencial)	Error Cuadrático Medio de testeo (Tangente hiperbólica)	Error Cuadrático Medio de testeo (Exponencial)
[6 4 4 4]	0.0018	0.0063	0.3011	4.6498
[7 7]	0.0011	0.0015	0.1499	0.9579
[9 9 9]	7.4455e-04	4.1799e-04	0.1358	0.2558
[10 8 5 4 2]	0.0013	0.0031	0.2630	2.2431
[20 10]	7.6796e-04	7.8030e-04	0.0805	0.5036
[5 20 5]	0.0020	0.0047	0.2398	3.5731
[3 3 3 3 3 3]	0.0044	0.0071	0.6951	5.0215

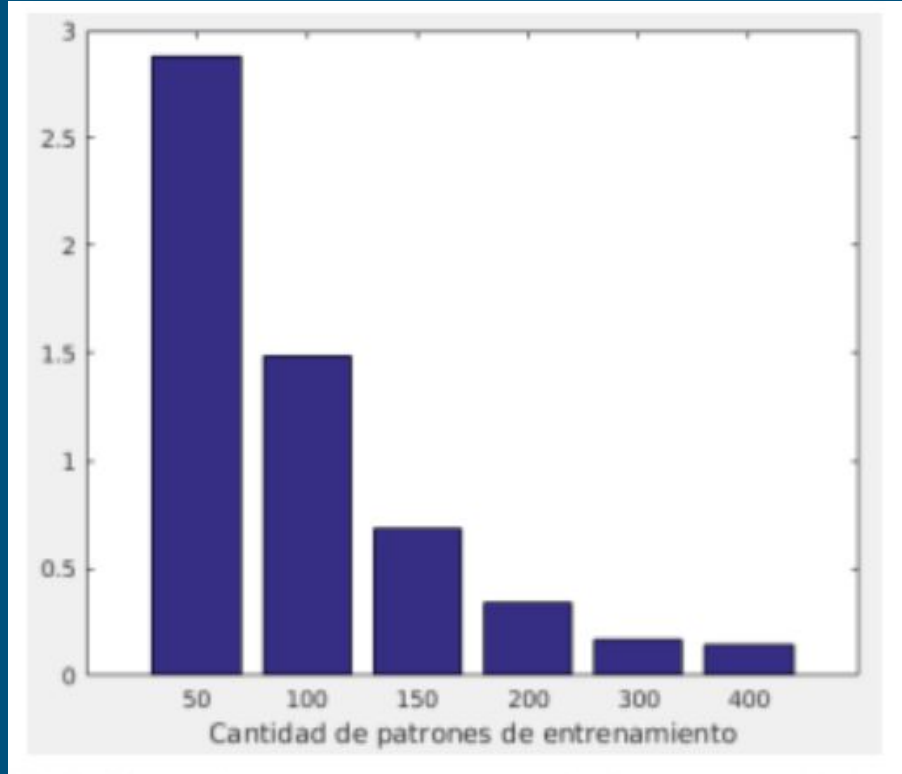
Comparación de error generados por las Funciones de Activación



tangente hiperbólica
devuelve mejores
resultados que la
función exponencial

Error dependiente de la cantidad de patrones de entrenamiento

error cuadrático medio



Mejoras del Algoritmo Backpropagation

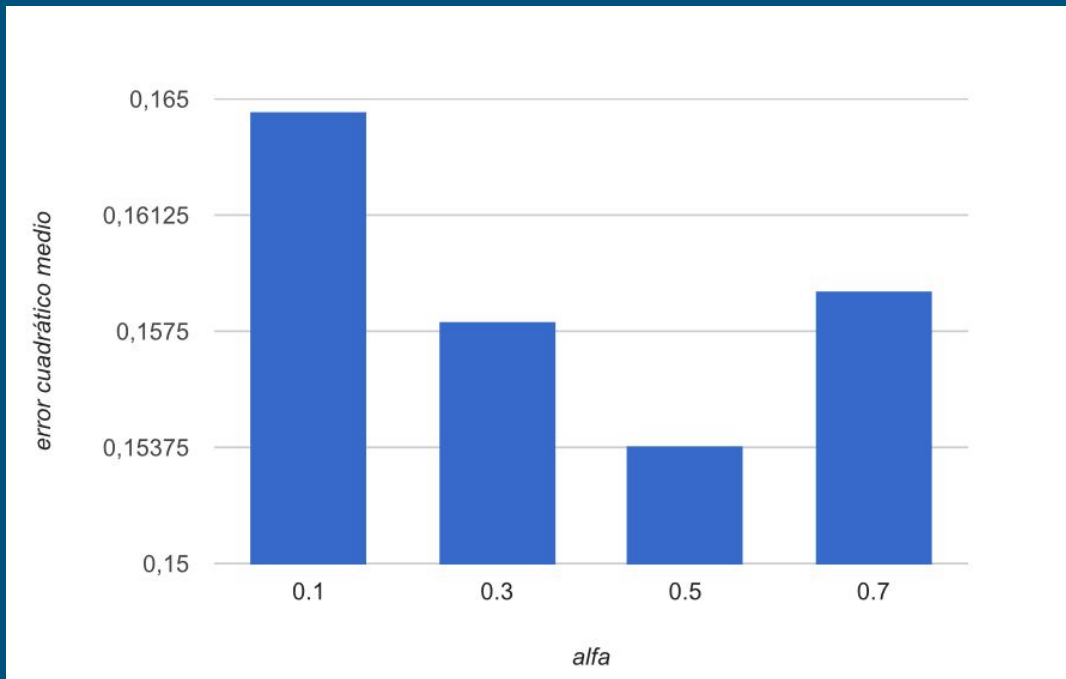
- Momentum
- η adaptativo
- Combinación de ambos

Momentum

- Tomar en cuenta los pesos anteriores

$$\Delta w_{pq}(t + 1) = -\eta \frac{dE}{dw_{pq}} + \alpha \Delta w_{pq}(t)$$

Error cuadrático medio para distintos valores alfa

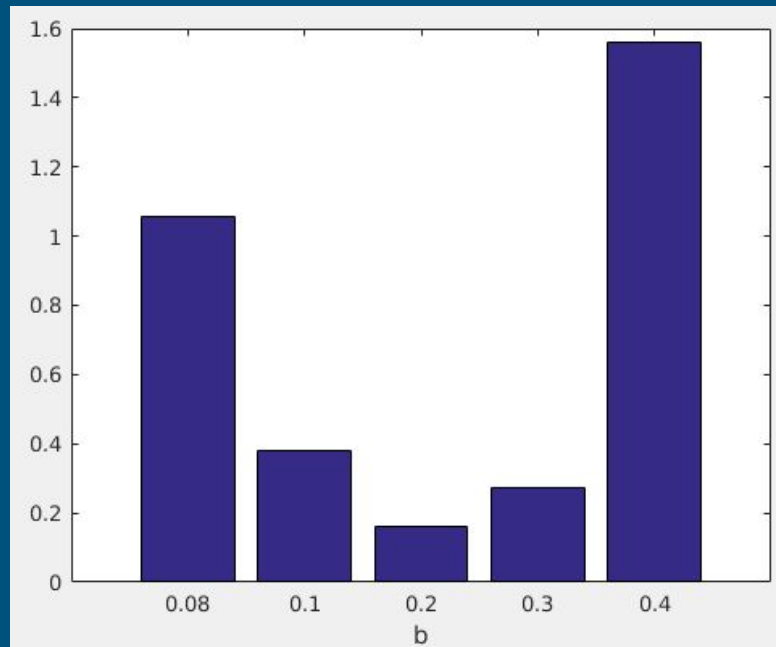
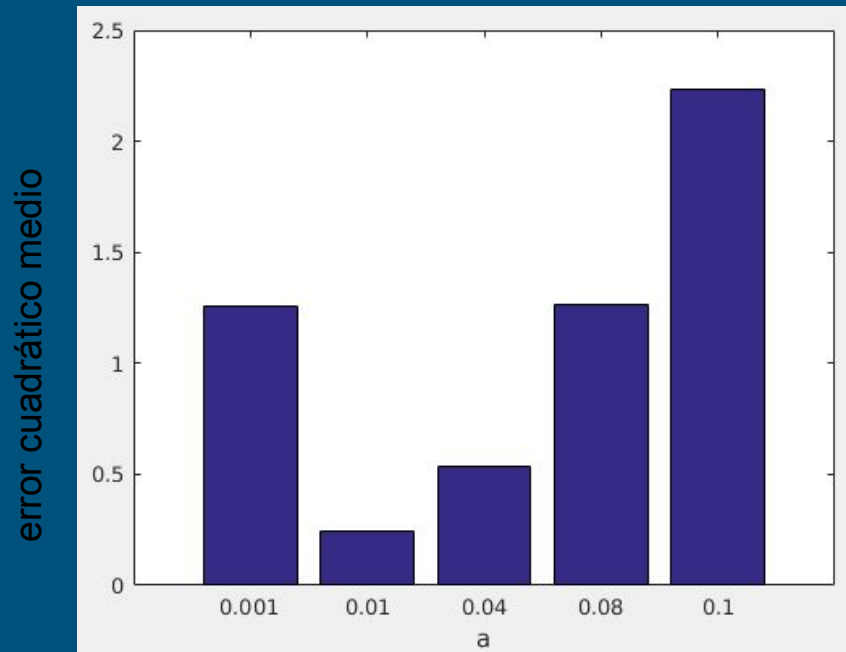


η adaptativo

- Adaptar η relativamente a la evolución del error

$$\Delta\eta = \begin{cases} +a & \text{si } \Delta E < 0 \text{ consistentemente} \\ -b\eta & \text{si } \Delta E > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

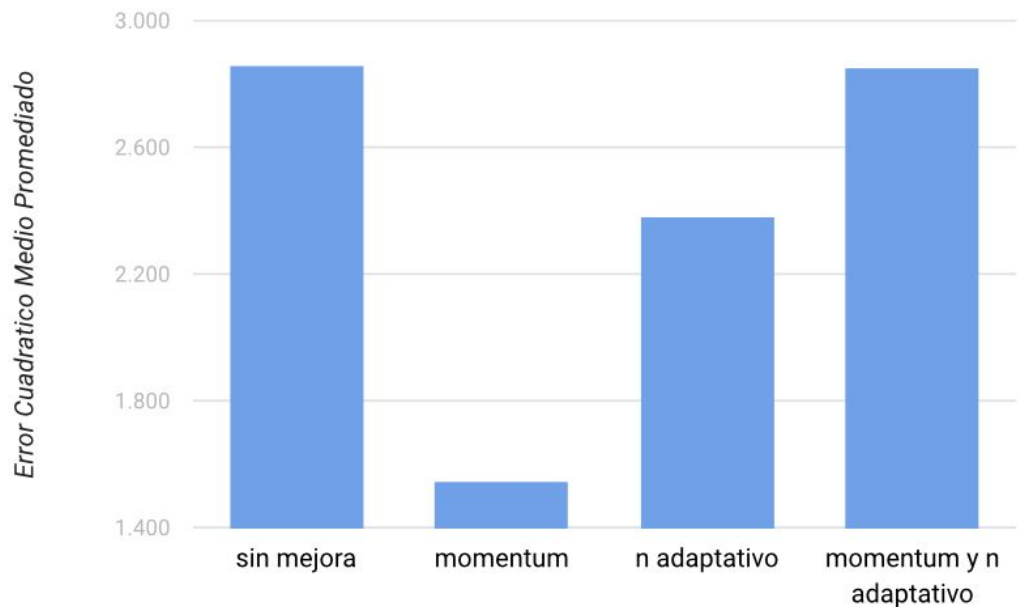
Errores cuadráticos medios para distintos valores de a y b



Combinación de Momentum y η adaptativo

Consiste en combinar el término de momentum con un η adaptativo

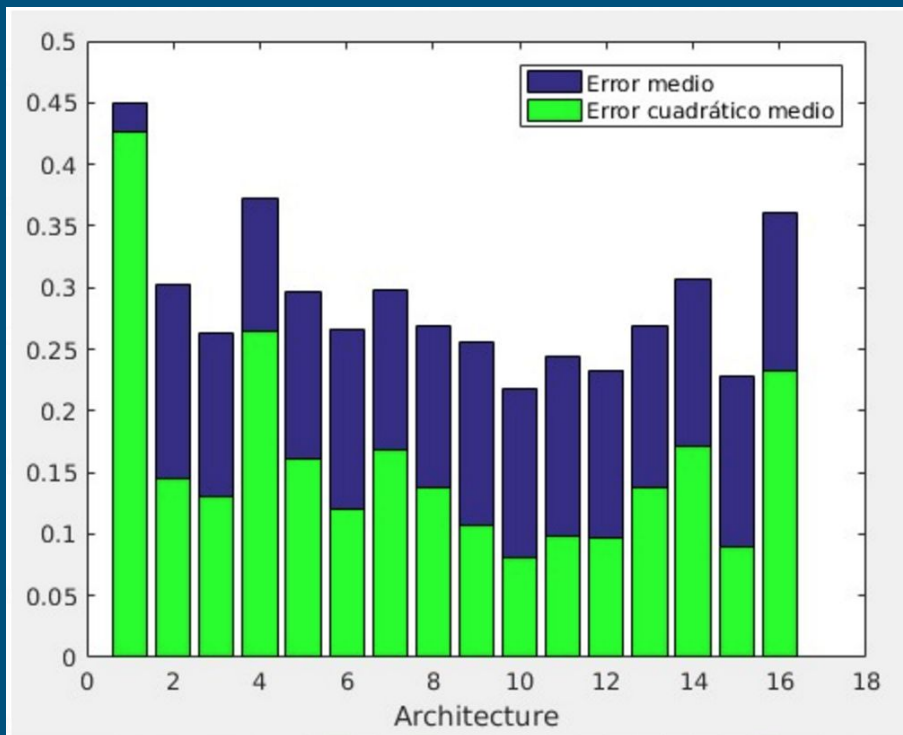
Comparación de Algoritmos de Backpropagation



Valores comparativos entre las distintas implementaciones.

	Sin mejora	Con momentum	Con η adaptativo	Con momentum y η adaptativo
[10 8 5 4 2]	0.1113	0.0935	0.0876	0.8128
[20 10]	0.1011	0.1659	0.0922	0.1400
[3 3 3 3 3 3]	1.1096	0.1646	0.8251	0.2618
[5 20 5]	0.1923	0.2371	0.1545	0.1689
[7 7]	0.1216	0.1891	0.1488	0.1858
[9 9 9]	0.0790	0.0778	0.0945	0.1433

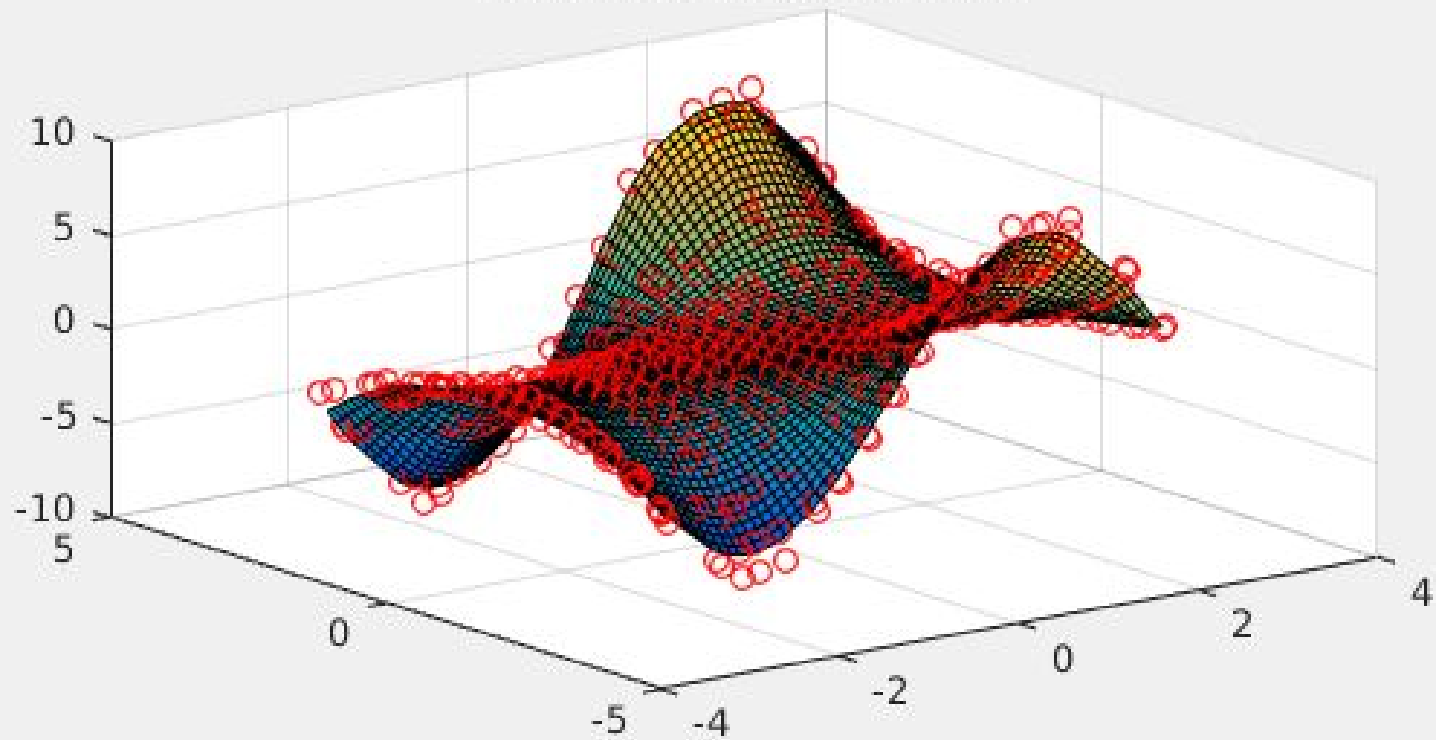
Arquitecturas



Arquitecturas
testeadas y
graficadas

```
1 [3 3]
2 [4 4]
3 [5 5]
4 [3 5]
5 [6 6]
6 [6 3]
7 [3 6]
8 [8 5]
9 [7 7]
10 [8 8]
11 [9 9]
12 [9 5]
13 [8 5]
14 [5 9]
15 [11 9]
16 [11 11]
```


Terrain representation



Conclusiones

- Mejor Función de Activación: Tangente hiperbólica.
- Mejor arquitectura resultó ser [8 8]
- A partir de 300 patrones de entrenamiento