

Aprendizaje no supervisado SIA-TP4 2022 1C

Sicardi, Julián Nicolás - Legajo 60347

Quintairos, Juan Ignacio - Legajo 59715

Zavalía Pángaro, Salustiano J. - Legajo 60312



Introducción



Aprendizaje no supervisado

- Variable respuesta no es información disponible.
- Tres tipos de problemas:
 - Agrupamiento: red de Kohonen.
 - Reducción de dimensionalidad: regla de Oja.
 - Asociación: red de Hopfield discreta.



Red de Kohonen

- Salida es grilla o mapa de $k \times k$ neuronas.
- Agrupación de valores de entrada parecidos en la misma neurona.
- Aprendizaje competitivo: neurona con pesos más parecidos a valor de entrada gana.
- Actualización de pesos en base a ganadora y vecindario.
- Objetivo: agrupación de países de Europa en base a atributos.



Regla de Oja

- Perceptrón simple lineal (única capa de salida).
- Pesos convergen a autovector asociado al autovalor dominante o mayor de matriz de correlaciones.
- Con esos pesos puedo obtener la primer componente principal.
- Objetivo: clasificar países de Europa en base a la primer componente principal.



Red de Hopfield discretas

- Neuronas con todas las conexiones entre sí, pero no consigo mismas.
- Almacenó patrones binarios (-1 o 1) y buscó asociar patrón a variante con ruido.
- Objetivo: asociar patrones de letras de 5x5 píxeles con versiones con ruido. 4 patrones almacenados.



Implementación



Configuración inicial

- Archivo config.json.

```
{
  "method" : "hopfield",
  "hopfield_props": {
    "patterns": ["K", "N", "S", "V"],
    "noise_prob": 0.6
  },
  "kohonen_props": {
    "dataset_path" : "resources/europe.csv",
    "eta" : 0.1,
    "k" : 4,
    "r" : 4,
    "epochs" : 3500
  },
  "oja_props": {
    "dataset_path" : "resources/europe.csv",
    "eta" : 0.0001,
    "epochs": 5000
  }
}
```




Red de Kohonen

- Actualización radio: Tomamos 5 puntos equidistantes en el intervalo $[r0 ; 1]$.
- Actualización eta: 101 puntos en el intervalo $[\text{eta}0 ; \text{eta}0/100]$.
- Inicializamos los pesos de las neuronas con los valores de entradas tomadas de manera aleatoria.



Red de Hopfield

- Se almacenan 4 patrones (parámetro en config.json).
- La red es llamada con versiones alteradas de los 4 patrones con la probabilidad de ruido especificada.
- Cálculo de la energía en cada paso.
- Se analiza si el patrón que converge es correcto y su “accuracy” (píxeles correctos vs patrón deseado) .



Resultados



Objetivo y Gráficos

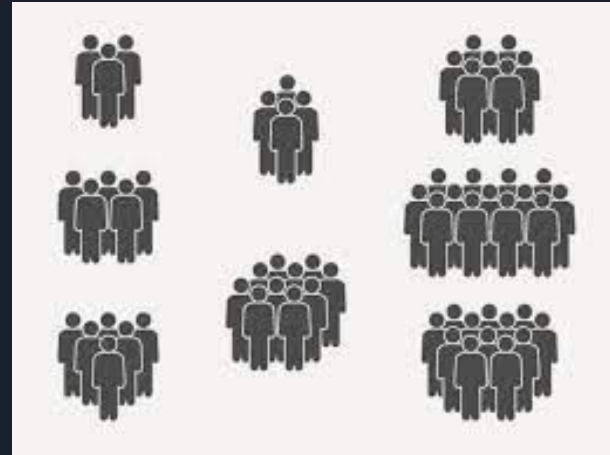
Observables: ObservableHQ



Red de Kohonen

Objetivos

- Evaluar el agrupamiento generado por la red.
- Comparación $k=4$ y $k=5$.
- Análisis de 1 variable por vez en el mapa.
- Análisis matriz U.




Agrupamiento

Con: $\eta = 0.5$, $k = 4$,
 $r = 4$, 1001 épocas.



Matriz U



0 -	3.718	2.868	2.357	3.570
1 -	3.499	2.422	3.206	4.037
2 -	2.941	2.771	3.168	2.216
3 -	1.536	2.427	3.167	2.145
	0	1	2	3

Diferencias entre pesos
calculadas con norma 1.

Mapa con 1 variable

Área



Inflación



Esperanza de vida



Agrupamiento

Con: $\eta = 0.5$, $k = 5$, $r = 4$
1001 épocas.



Matriz U



- Diferencias entre pesos calculadas con norma 1.
- La celda con mayor diferencia es en la que se ubicó a Ucrania.

Mapa con 1 variable

GDP



Militarización



Desempleo



A decorative graphic in the top-left corner consisting of two overlapping parallelograms. The front one is blue and the back one is light green. Both are tilted at a 45-degree angle.

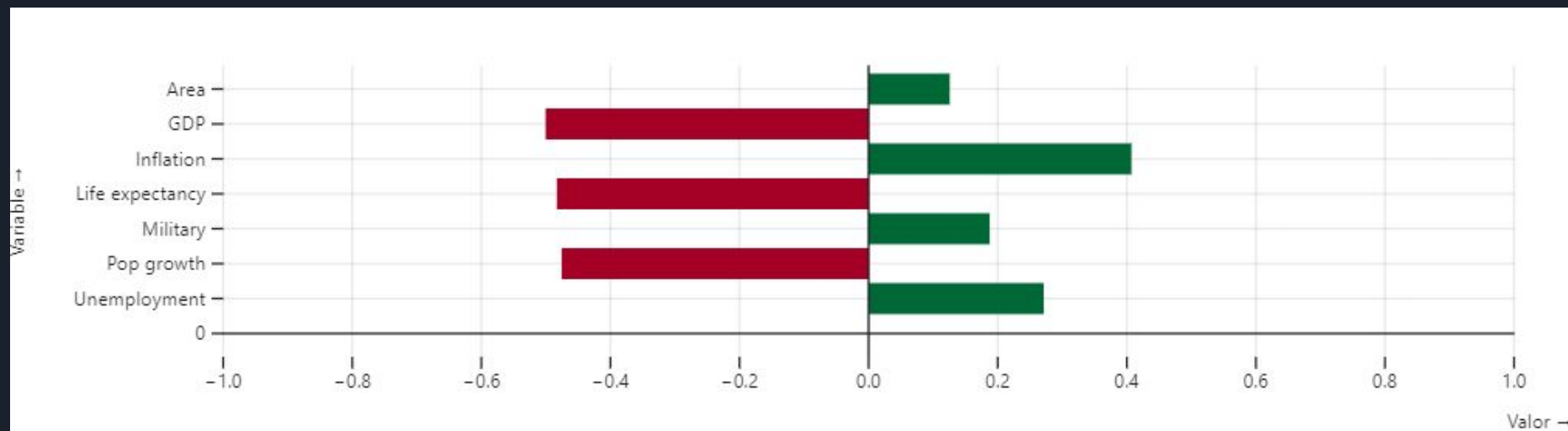
Regla de Oja



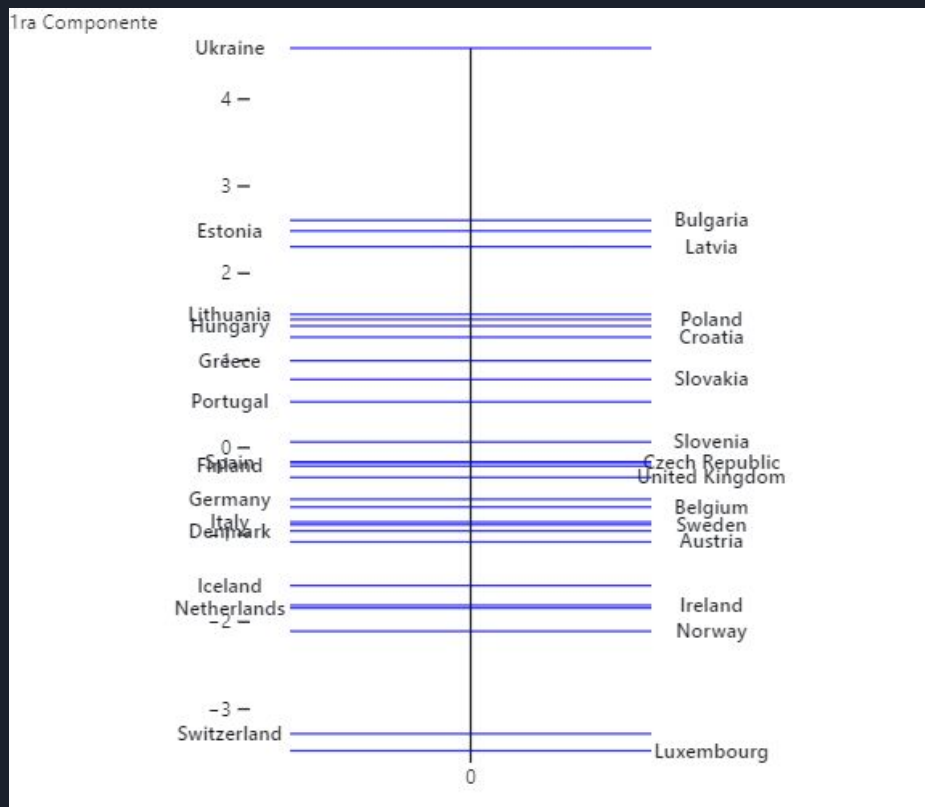
Objetivo

- Obtener la primera componente principal usando un perceptrón que implemente la Regla de Oja.
- Compararlo con los valores obtenidos mediante la librería Sci-Kit Learn para corroborar su correctitud.
- Interpretar los resultados de las cargas de la primera componente principal.

Resultados: Pesos



Resultados: Componente principal

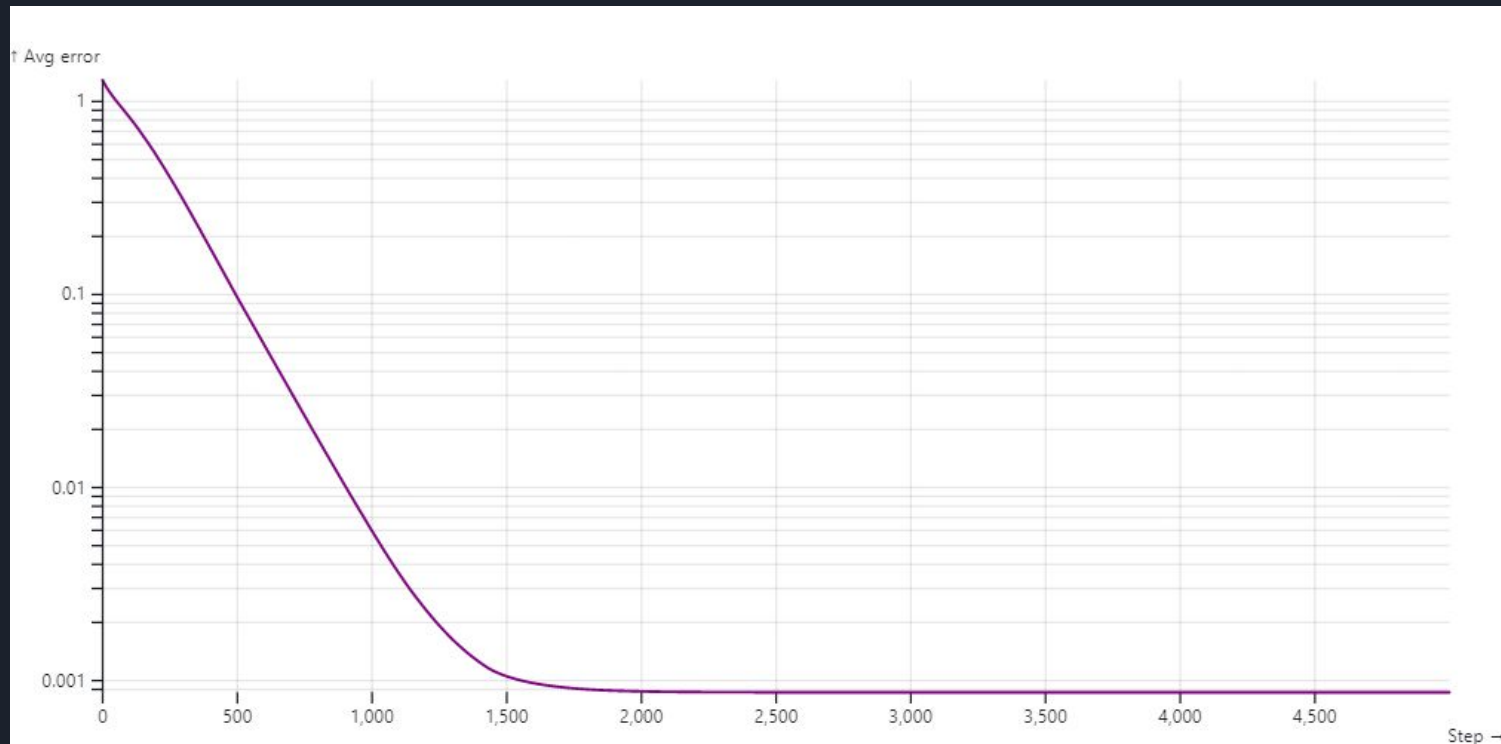




Resultados: Componente principal

Country	Component
Luxembourg	-3.478
Switzerland	-3.283
Norway	-2.107
Netherlands	-1.841
Ireland	-1.809
Iceland	-1.582
Austria	-1.081
Denmark	-0.955
Sweden	-0.884
Italy	-0.853
Belgium	-0.681
Germany	-0.592
United Kingdom	-0.341
Finland	-0.21
Czech Republic	-0.168
Spain	-0.163
Slovenia	0.066
Portugal	0.526
Slovakia	0.783
Greece	0.998
Croatia	1.268
Hungary	1.397
Poland	1.472
Lithuania	1.53
Latvia	2.306
Estonia	2.487
Bulgaria	2.609
Ukraine	4.585

Resultados: Energía por época





Análisis de resultados

- La componente principal es más negativa cuanto más “rico” sea el país:
 - Mayor PBI
 - Mayor expectativa de vida
 - Mayor crecimiento poblacional
 - Menor inflación
 - Menor desempleo
 - Menor inversión militar
 - Menor área
- El error respecto al resultado de la librería es muy bajo, dando una aproximación muy buena.



Red de Hopfield



Objetivo

- Evaluar la importancia de elegir un conjunto de patrones lo más “ortogonales” posibles.
- Análisis de energía por iteración.
- Análisis de la importancia del ruido.
- Análisis de patrones espúreos.

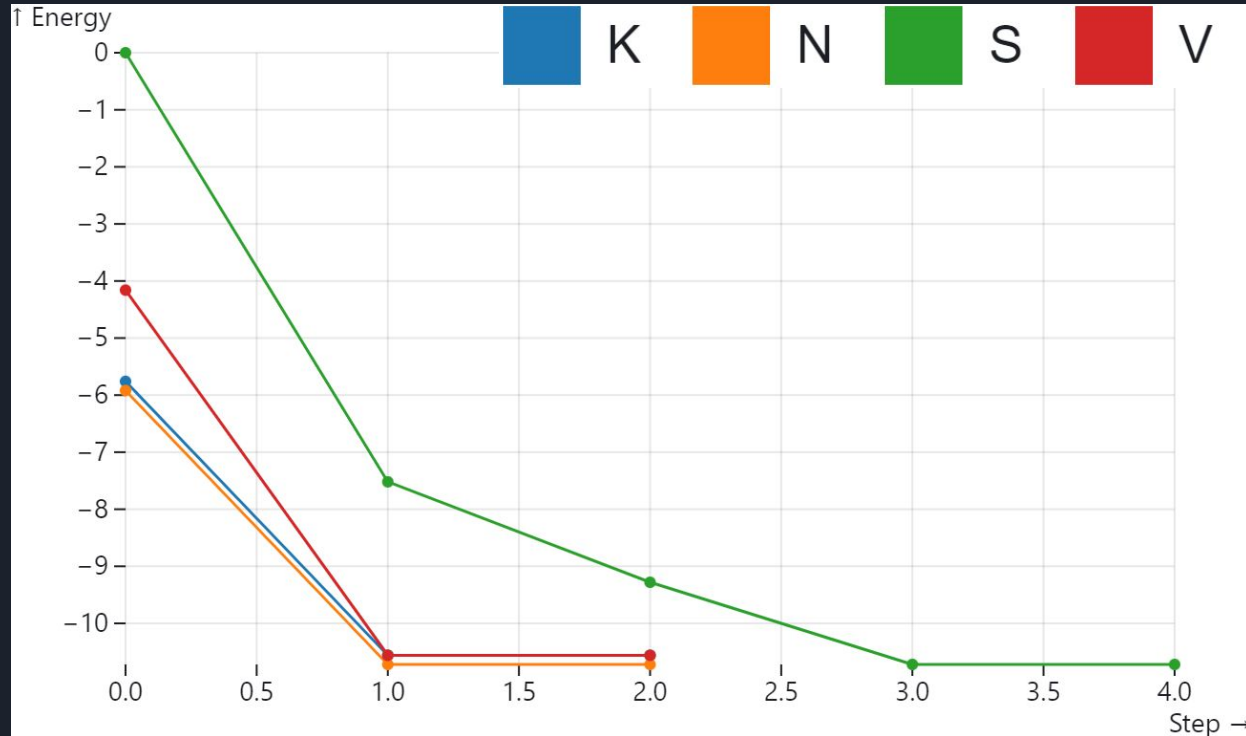
Elección de patrones

- get_patterns.py.
- Tomamos patrones más “ortogonales” y menos “ortogonales”.
- Ruido = 0.2.
- Conjunto “K” “N” “S” “V”.
- Conjunto “D” “G” “O” “Q”.

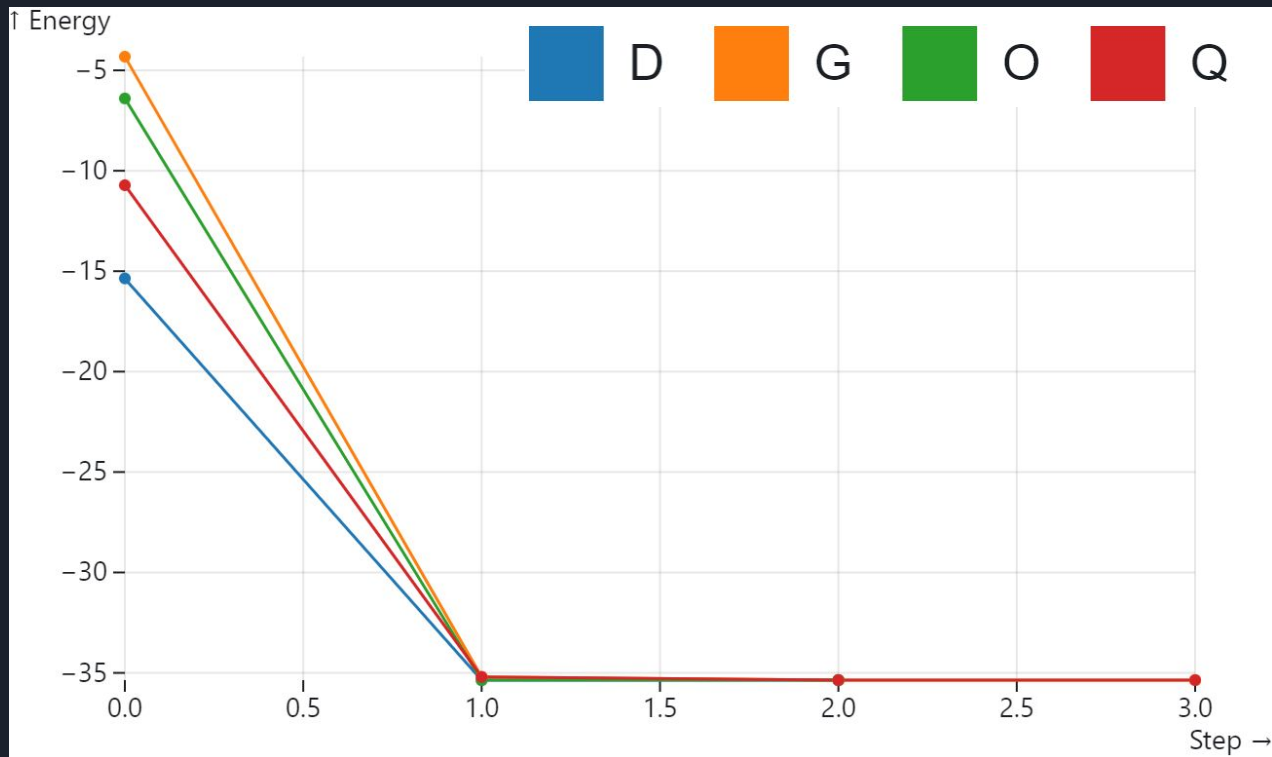
```
Patterns: ('K', 'N', 'S', 'V'), Avg_dot: 1.3333333333333333
Patterns: ('A', 'K', 'S', 'Y'), Avg_dot: 1.6666666666666667
Patterns: ('B', 'K', 'N', 'V'), Avg_dot: 1.6666666666666667
Patterns: ('E', 'K', 'N', 'V'), Avg_dot: 1.6666666666666667
Patterns: ('K', 'M', 'S', 'V'), Avg_dot: 1.6666666666666667
Patterns: ('K', 'N', 'S', 'Y'), Avg_dot: 1.6666666666666667
Patterns: ('K', 'N', 'V', 'Y'), Avg_dot: 1.6666666666666667
Patterns: ('K', 'S', 'U', 'Y'), Avg_dot: 1.6666666666666667
Patterns: ('A', 'J', 'L', 'R'), Avg_dot: 2.0
Patterns: ('A', 'J', 'L', 'Y'), Avg_dot: 2.0
Patterns: ('A', 'J', 'R', 'U'), Avg_dot: 2.0
```

```
Patterns: ('D', 'G', 'O', 'Q'), Avg_dot: 18.666666666666668
Patterns: ('C', 'G', 'O', 'Q'), Avg_dot: 18.333333333333332
Patterns: ('E', 'G', 'O', 'Q'), Avg_dot: 18.333333333333332
Patterns: ('H', 'M', 'N', 'W'), Avg_dot: 18.333333333333332
Patterns: ('C', 'D', 'O', 'Q'), Avg_dot: 18.0
Patterns: ('C', 'E', 'G', 'O'), Avg_dot: 18.0
Patterns: ('B', 'E', 'G', 'S'), Avg_dot: 17.666666666666668
Patterns: ('B', 'G', 'O', 'Q'), Avg_dot: 17.666666666666668
Patterns: ('C', 'D', 'G', 'O'), Avg_dot: 17.666666666666668
Patterns: ('B', 'D', 'O', 'Q'), Avg_dot: 17.333333333333332
Patterns: ('B', 'E', 'G', 'O'), Avg_dot: 17.333333333333332
Patterns: ('B', 'E', 'G', 'Q'), Avg_dot: 17.333333333333332
Patterns: ('C', 'E', 'G', 'Q'), Avg_dot: 17.333333333333332
```

Análisis de energía: Conjunto 1



Análisis de energía: Conjunto 2



Análisis de resultados

- Conjunto 1, patrón K

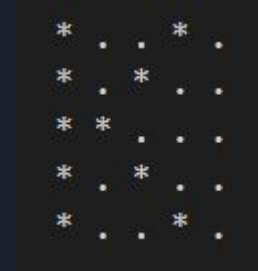
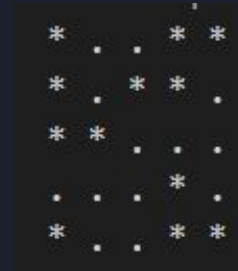
Pattern, State, Accuracy

K, True, 1.0

N, True, 1.0

S, True, 1.0

V, True, 1.0



- Conjunto 2, patrón Q

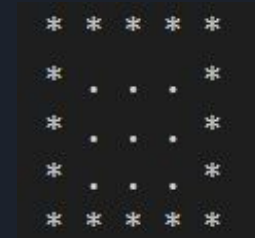
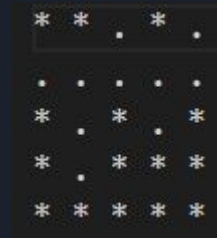
Pattern, State, Accuracy

D, False, 0.92

G, False, 0.88

O, True, 1.0

Q, False, 0.92



Análisis de ruido

- Conjunto 1 con ruido = 0.4, patrón K

Pattern	State	Accuracy
---------	-------	----------

K	False	0.24
---	-------	------

N	False	0.72
---	-------	------

S	False	0.52
---	-------	------

V	False	0.48
---	-------	------



- Conjunto 1 con ruido = 0.6, patrón K

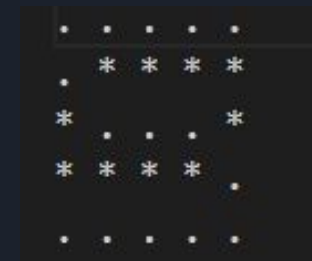
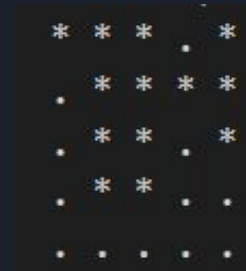
Pattern	State	Accuracy
---------	-------	----------

K	False	0.52
---	-------	------

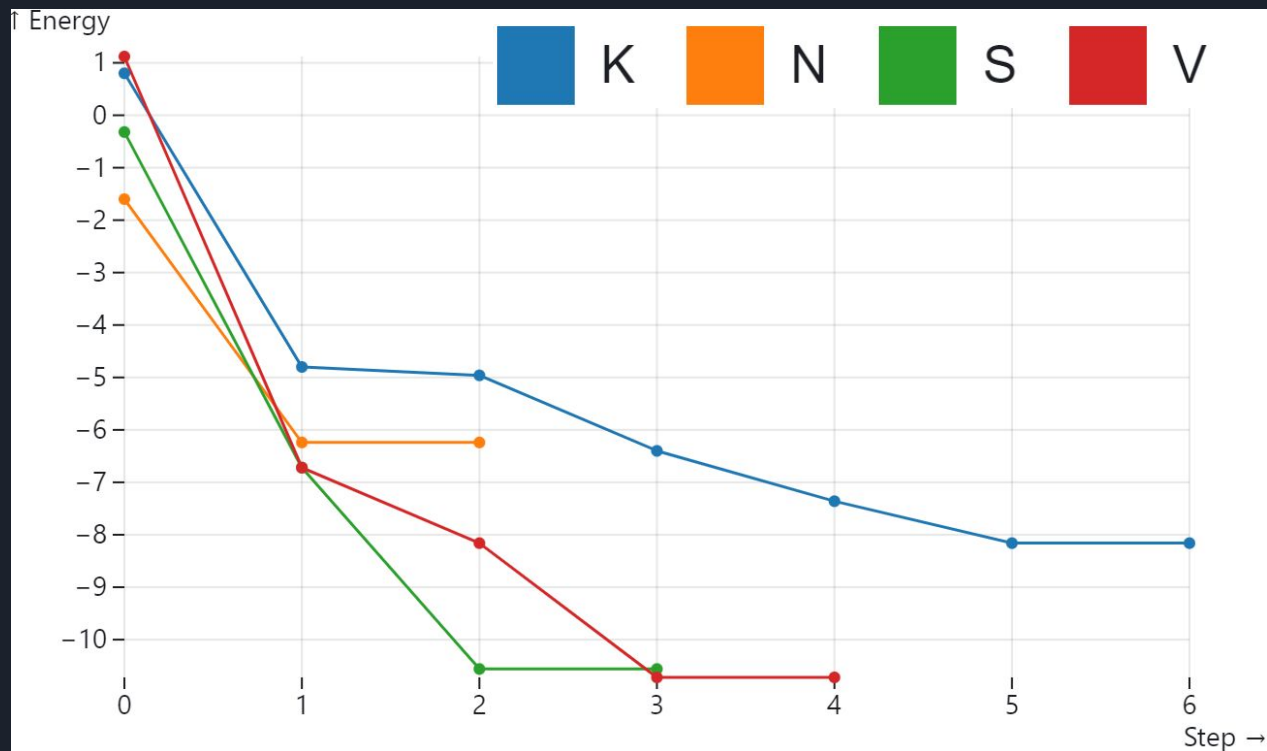
N	False	0.0
---	-------	-----

S	False	0.0
---	-------	-----

V	False	0.52
---	-------	------

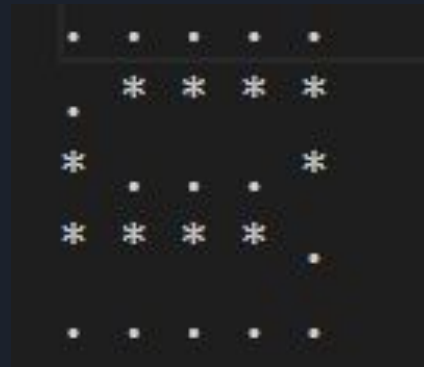


Análisis de energía: Ruido = 0.4



Patrones espúreos

- Red converge a algo que no es ninguno de los patrones almacenados.
- Vistos en análisis de ruido.





Conclusiones



Conclusiones

- La red de Kohonen forma grupos con entradas que tienen características similares. Sin embargo hay que elegir con cuidado el k y no hay forma de determinar cuál es bueno a priori.
- La red de Hopfield puede almacenar correctamente patrones pero a mayor ruido o menor ortogonalidad de los mismos le es difícil identificarlos.
- La regla de Oja nos permite utilizar redes neuronales para obtener la 1er componente principal y reducir la dimensionalidad de los datos, y el resultado se condice con lo visto en el ej. obligatorio 2.



¡Muchas
Gracias!