

# Guia 2

Grupo 3: Emiliano Bodean - Zacarias Ojeda

10/19/2019

## Ejercicio 1

### Resolución del problema XOR con una red neuronal RBF

- Lectura de los patrones de entrenamiento

```
XOR_trn <- read_csv("../PUBLICO/Encuentro 1/Práctica/data/XOR_trn.csv", col_names = FALSE)
XOR_tst <- read_csv("../PUBLICO/Encuentro 1/Práctica/data/XOR_tst.csv", col_names = FALSE)
```

- Selección de parámetros y entrenamiento de perceptrón

En este caso se utilizan 4 gaussianas por la distribución de los datos.

```
datos_x <- XOR_trn[,c(1,2)]
datos_y <- XOR_trn[,3]
modeloRBF <- redRBF(datos_x, datos_y, nroGaussianas = 4, funcion = "sigmo")
```

```
## Epoca: 1 - Tasa: 0.9465 - Error: 0.934775124101867
```

- Prueba con datos de test

```
datos_x <- XOR_tst[,c(1,2)]
datos_y <- XOR_tst[,3]
salida <- aplicarRedRBF(modeloRBF, datos_x, datos_y)
salida$tasa
```

```
## [1] 0.955
```

### Resolución del problema Iris con una red neuronal RBF

- Lectura de los patrones de entrenamiento

```
irisbin <- read_csv("../PUBLICO/Encuentro 1/Práctica/data/irisbin.csv", col_names = FALSE)
```

- Selección de parámetros y entrenamiento de perceptrón

```
datos_x <- irisbin[,c(1,2,3,4)]
datos_y <- irisbin[,c(5,6,7)]

#Se podría aplicar criterio de Elbow para la selección de K

modeloRBF <- redRBF(datos_x, datos_y, nroGaussianas = 10, funcion = "sigmo", pnu = 0.2,
                    pepoca = 200, pcritFinalizacion = 0.9)
```

## Epoca: 1 - Tasa: 0.7 - Error: 0.89449489107328  
## Epoca: 2 - Tasa: 0.7 - Error: 0.864093486816453  
## Epoca: 3 - Tasa: 0.7 - Error: 0.862629752685685  
## Epoca: 4 - Tasa: 0.7 - Error: 0.861197468977281  
## Epoca: 5 - Tasa: 0.7 - Error: 0.859768029477902  
## Epoca: 6 - Tasa: 0.7 - Error: 0.858341301170202  
## Epoca: 7 - Tasa: 0.7 - Error: 0.856917318865837  
## Epoca: 8 - Tasa: 0.7 - Error: 0.855496117547486  
## Epoca: 9 - Tasa: 0.7 - Error: 0.854077731382982  
## Epoca: 10 - Tasa: 0.7 - Error: 0.852662193726943  
## Epoca: 11 - Tasa: 0.7 - Error: 0.851249537128268  
## Epoca: 12 - Tasa: 0.7 - Error: 0.849839793337777  
## Epoca: 13 - Tasa: 0.7 - Error: 0.848432993315936  
## Epoca: 14 - Tasa: 0.7 - Error: 0.847029167240685  
## Epoca: 15 - Tasa: 0.7 - Error: 0.845628344515339  
## Epoca: 16 - Tasa: 0.7 - Error: 0.844230553776579  
## Epoca: 17 - Tasa: 0.7 - Error: 0.842835822902504  
## Epoca: 18 - Tasa: 0.7 - Error: 0.841444179020752  
## Epoca: 19 - Tasa: 0.7 - Error: 0.840055648516686  
## Epoca: 20 - Tasa: 0.7 - Error: 0.83867025704163  
## Epoca: 21 - Tasa: 0.7 - Error: 0.837288029521153  
## Epoca: 22 - Tasa: 0.7 - Error: 0.8359089901634  
## Epoca: 23 - Tasa: 0.7 - Error: 0.834533162467464  
## Epoca: 24 - Tasa: 0.7 - Error: 0.833160569231785  
## Epoca: 25 - Tasa: 0.7 - Error: 0.831791232562583  
## Epoca: 26 - Tasa: 0.7 - Error: 0.830425173882317  
## Epoca: 27 - Tasa: 0.7 - Error: 0.829062413938159  
## Epoca: 28 - Tasa: 0.7 - Error: 0.827702972810487  
## Epoca: 29 - Tasa: 0.7 - Error: 0.826346869921388  
## Epoca: 30 - Tasa: 0.7 - Error: 0.82499412404317  
## Epoca: 31 - Tasa: 0.7 - Error: 0.823644753306874  
## Epoca: 32 - Tasa: 0.7 - Error: 0.822298775210791  
## Epoca: 33 - Tasa: 0.7 - Error: 0.820956206628968  
## Epoca: 34 - Tasa: 0.7 - Error: 0.819617063819711  
## Epoca: 35 - Tasa: 0.7 - Error: 0.818281362434076  
## Epoca: 36 - Tasa: 0.7 - Error: 0.816949117524343  
## Epoca: 37 - Tasa: 0.7 - Error: 0.815620343552478  
## Epoca: 38 - Tasa: 0.7 - Error: 0.814295054398566  
## Epoca: 39 - Tasa: 0.7 - Error: 0.812973263369226  
## Epoca: 40 - Tasa: 0.7 - Error: 0.811654983206  
## Epoca: 41 - Tasa: 0.7 - Error: 0.81034022609371  
## Epoca: 42 - Tasa: 0.7 - Error: 0.809029003668779  
## Epoca: 43 - Tasa: 0.7 - Error: 0.80772132702753  
## Epoca: 44 - Tasa: 0.7 - Error: 0.806417206734431  
## Epoca: 45 - Tasa: 0.7 - Error: 0.805116652830319  
## Epoca: 46 - Tasa: 0.7 - Error: 0.803819674840565  
## Epoca: 47 - Tasa: 0.7 - Error: 0.802526281783209  
## Epoca: 48 - Tasa: 0.7 - Error: 0.801236482177041  
## Epoca: 49 - Tasa: 0.7 - Error: 0.799950284049637  
## Epoca: 50 - Tasa: 0.7 - Error: 0.798667694945347  
## Epoca: 51 - Tasa: 0.7 - Error: 0.797388721933231  
## Epoca: 52 - Tasa: 0.7 - Error: 0.796113371614938  
## Epoca: 53 - Tasa: 0.7 - Error: 0.794841650132535  
## Epoca: 54 - Tasa: 0.7 - Error: 0.793573563176281

```

## Epoca: 55 - Tasa: 0.7 - Error: 0.792309115992338
## Epoca: 56 - Tasa: 0.7 - Error: 0.791048313390427
## Epoca: 57 - Tasa: 0.7 - Error: 0.789791159751421
## Epoca: 58 - Tasa: 0.7 - Error: 0.788537659034883
## Epoca: 59 - Tasa: 0.7 - Error: 0.787287814786532
## Epoca: 60 - Tasa: 0.7 - Error: 0.786041630145652
## Epoca: 61 - Tasa: 0.7 - Error: 0.784799107852434
## Epoca: 62 - Tasa: 0.7 - Error: 0.783560250255252
## Epoca: 63 - Tasa: 0.7 - Error: 0.782325059317876
## Epoca: 64 - Tasa: 0.7 - Error: 0.781093536626609
## Epoca: 65 - Tasa: 0.7 - Error: 0.779865683397368
## Epoca: 66 - Tasa: 0.7 - Error: 0.778641500482686
## Epoca: 67 - Tasa: 0.7 - Error: 0.777420988378648
## Epoca: 68 - Tasa: 0.7 - Error: 0.77620414723176
## Epoca: 69 - Tasa: 0.7 - Error: 0.77499097684574
## Epoca: 70 - Tasa: 0.7 - Error: 0.773781476688248
## Epoca: 71 - Tasa: 0.7 - Error: 0.772575645897534
## Epoca: 72 - Tasa: 0.7 - Error: 0.77137348328902
## Epoca: 73 - Tasa: 0.7 - Error: 0.77017498736181
## Epoca: 74 - Tasa: 0.7 - Error: 0.768980156305124
## Epoca: 75 - Tasa: 0.7 - Error: 0.767788988004662
## Epoca: 76 - Tasa: 0.7 - Error: 0.766601480048893
## Epoca: 77 - Tasa: 0.7 - Error: 0.765417629735272
## Epoca: 78 - Tasa: 0.7 - Error: 0.764237434076384
## Epoca: 79 - Tasa: 0.7 - Error: 0.76306088980601
## Epoca: 80 - Tasa: 0.7 - Error: 0.761887993385127
## Epoca: 81 - Tasa: 0.7 - Error: 0.760718741007827
## Epoca: 82 - Tasa: 0.7 - Error: 0.759553128607168
## Epoca: 83 - Tasa: 0.7 - Error: 0.758391151860947
## Epoca: 84 - Tasa: 0.7 - Error: 0.757232806197404
## Epoca: 85 - Tasa: 0.7 - Error: 0.756078086800846
## Epoca: 86 - Tasa: 0.7 - Error: 0.754926988617207
## Epoca: 87 - Tasa: 0.7 - Error: 0.753779506359525
## Epoca: 88 - Tasa: 0.7 - Error: 0.752635634513351
## Epoca: 89 - Tasa: 0.7 - Error: 0.75149536734209
## Epoca: 90 - Tasa: 0.7 - Error: 0.750358698892255
## Epoca: 91 - Tasa: 0.7 - Error: 0.74922562299867
## Epoca: 92 - Tasa: 0.7 - Error: 0.748096133289576
## Epoca: 93 - Tasa: 0.7 - Error: 0.74697022319169
## Epoca: 94 - Tasa: 0.7 - Error: 0.745847885935173
## Epoca: 95 - Tasa: 0.7 - Error: 0.744729114558539
## Epoca: 96 - Tasa: 0.7 - Error: 0.743613901913489
## Epoca: 97 - Tasa: 0.7 - Error: 0.742502240669673
## Epoca: 98 - Tasa: 0.7 - Error: 0.741394123319387
## Epoca: 99 - Tasa: 0.7 - Error: 0.740289542182195
## Epoca: 100 - Tasa: 0.7 - Error: 0.739188489409489
## Epoca: 101 - Tasa: 0.7 - Error: 0.738090956988969
## Epoca: 102 - Tasa: 0.7 - Error: 0.736996936749071
## Epoca: 103 - Tasa: 0.7 - Error: 0.735906420363312
## Epoca: 104 - Tasa: 0.7 - Error: 0.734819399354575
## Epoca: 105 - Tasa: 0.7 - Error: 0.733735865099329
## Epoca: 106 - Tasa: 0.7 - Error: 0.73265580883178
## Epoca: 107 - Tasa: 0.7 - Error: 0.731579221647956
## Epoca: 108 - Tasa: 0.7 - Error: 0.730506094509727

```

## Epoca: 109 - Tasa: 0.7 - Error: 0.729436418248763  
## Epoca: 110 - Tasa: 0.7 - Error: 0.728370183570426  
## Epoca: 111 - Tasa: 0.7 - Error: 0.727307381057596  
## Epoca: 112 - Tasa: 0.7 - Error: 0.726248001174443  
## Epoca: 113 - Tasa: 0.7 - Error: 0.725192034270125  
## Epoca: 114 - Tasa: 0.7 - Error: 0.724139470582431  
## Epoca: 115 - Tasa: 0.7 - Error: 0.723090300241364  
## Epoca: 116 - Tasa: 0.7 - Error: 0.72204451327266  
## Epoca: 117 - Tasa: 0.7 - Error: 0.721002099601249  
## Epoca: 118 - Tasa: 0.7 - Error: 0.719963049054653  
## Epoca: 119 - Tasa: 0.7 - Error: 0.718927351366334  
## Epoca: 120 - Tasa: 0.7 - Error: 0.717894996178973  
## Epoca: 121 - Tasa: 0.7 - Error: 0.716865973047697  
## Epoca: 122 - Tasa: 0.7 - Error: 0.715840271443255  
## Epoca: 123 - Tasa: 0.7 - Error: 0.714817880755122  
## Epoca: 124 - Tasa: 0.7 - Error: 0.713798790294565  
## Epoca: 125 - Tasa: 0.7 - Error: 0.71278298929764  
## Epoca: 126 - Tasa: 0.7 - Error: 0.711770466928146  
## Epoca: 127 - Tasa: 0.7 - Error: 0.710761212280515  
## Epoca: 128 - Tasa: 0.7 - Error: 0.709755214382654  
## Epoca: 129 - Tasa: 0.7 - Error: 0.708752462198739  
## Epoca: 130 - Tasa: 0.7 - Error: 0.707752944631944  
## Epoca: 131 - Tasa: 0.7 - Error: 0.706756650527135  
## Epoca: 132 - Tasa: 0.7 - Error: 0.705763568673499  
## Epoca: 133 - Tasa: 0.7 - Error: 0.704773687807134  
## Epoca: 134 - Tasa: 0.7 - Error: 0.70378699661358  
## Epoca: 135 - Tasa: 0.7 - Error: 0.702803483730312  
## Epoca: 136 - Tasa: 0.7 - Error: 0.701823137749171  
## Epoca: 137 - Tasa: 0.7 - Error: 0.700845947218764  
## Epoca: 138 - Tasa: 0.7 - Error: 0.699871900646804  
## Epoca: 139 - Tasa: 0.7 - Error: 0.698900986502407  
## Epoca: 140 - Tasa: 0.7 - Error: 0.697933193218347  
## Epoca: 141 - Tasa: 0.7 - Error: 0.696968509193264  
## Epoca: 142 - Tasa: 0.7 - Error: 0.696006922793825  
## Epoca: 143 - Tasa: 0.7 - Error: 0.695048422356844  
## Epoca: 144 - Tasa: 0.7 - Error: 0.69409299619136  
## Epoca: 145 - Tasa: 0.7 - Error: 0.693140632580666  
## Epoca: 146 - Tasa: 0.7 - Error: 0.692191319784305  
## Epoca: 147 - Tasa: 0.7 - Error: 0.691245046040016  
## Epoca: 148 - Tasa: 0.7 - Error: 0.690301799565647  
## Epoca: 149 - Tasa: 0.7 - Error: 0.689361568561019  
## Epoca: 150 - Tasa: 0.7 - Error: 0.688424341209761  
## Epoca: 151 - Tasa: 0.7 - Error: 0.687490105681094  
## Epoca: 152 - Tasa: 0.7 - Error: 0.686558850131587  
## Epoca: 153 - Tasa: 0.7 - Error: 0.685630562706866  
## Epoca: 154 - Tasa: 0.7 - Error: 0.684705231543295  
## Epoca: 155 - Tasa: 0.7 - Error: 0.683782844769613  
## Epoca: 156 - Tasa: 0.7 - Error: 0.682863390508536  
## Epoca: 157 - Tasa: 0.7 - Error: 0.681946856878325  
## Epoca: 158 - Tasa: 0.7 - Error: 0.681033231994319  
## Epoca: 159 - Tasa: 0.7 - Error: 0.68012250397043  
## Epoca: 160 - Tasa: 0.7 - Error: 0.67921466092061  
## Epoca: 161 - Tasa: 0.7 - Error: 0.678309690960278  
## Epoca: 162 - Tasa: 0.7 - Error: 0.677407582207717

```

## Epoca: 163 - Tasa: 0.7 - Error: 0.676508322785439
## Epoca: 164 - Tasa: 0.7 - Error: 0.675611900821515
## Epoca: 165 - Tasa: 0.7 - Error: 0.674718304450881
## Epoca: 166 - Tasa: 0.7 - Error: 0.6738275218166
## Epoca: 167 - Tasa: 0.7 - Error: 0.67293954107111
## Epoca: 168 - Tasa: 0.7 - Error: 0.672054350377424
## Epoca: 169 - Tasa: 0.7 - Error: 0.671171937910317
## Epoca: 170 - Tasa: 0.7 - Error: 0.670292291857475
## Epoca: 171 - Tasa: 0.7 - Error: 0.669415400420615
## Epoca: 172 - Tasa: 0.7 - Error: 0.668541251816581
## Epoca: 173 - Tasa: 0.7 - Error: 0.66766983427841
## Epoca: 174 - Tasa: 0.7 - Error: 0.666801136056373
## Epoca: 175 - Tasa: 0.7 - Error: 0.665935145418987
## Epoca: 176 - Tasa: 0.7 - Error: 0.665071850653999
## Epoca: 177 - Tasa: 0.7 - Error: 0.664211240069353
## Epoca: 178 - Tasa: 0.7 - Error: 0.663353301994119
## Epoca: 179 - Tasa: 0.7 - Error: 0.66249802477941
## Epoca: 180 - Tasa: 0.7 - Error: 0.661645396799261
## Epoca: 181 - Tasa: 0.7 - Error: 0.660795406451502
## Epoca: 182 - Tasa: 0.7 - Error: 0.659948042158584
## Epoca: 183 - Tasa: 0.7 - Error: 0.659103292368405
## Epoca: 184 - Tasa: 0.7 - Error: 0.6582611455551
## Epoca: 185 - Tasa: 0.7 - Error: 0.657421590219808
## Epoca: 186 - Tasa: 0.7 - Error: 0.656584614891424
## Epoca: 187 - Tasa: 0.7 - Error: 0.655750208127328
## Epoca: 188 - Tasa: 0.7 - Error: 0.654918358514087
## Epoca: 189 - Tasa: 0.72 - Error: 0.65408905466814
## Epoca: 190 - Tasa: 0.72 - Error: 0.653262285236468
## Epoca: 191 - Tasa: 0.72 - Error: 0.652438038897235
## Epoca: 192 - Tasa: 0.72 - Error: 0.651616304360411
## Epoca: 193 - Tasa: 0.72 - Error: 0.650797070368383
## Epoca: 194 - Tasa: 0.72 - Error: 0.649980325696542
## Epoca: 195 - Tasa: 0.72 - Error: 0.649166059153845
## Epoca: 196 - Tasa: 0.72 - Error: 0.648354259583373
## Epoca: 197 - Tasa: 0.72 - Error: 0.64754491586286
## Epoca: 198 - Tasa: 0.72 - Error: 0.646738016905207
## Epoca: 199 - Tasa: 0.72 - Error: 0.645933551658983
## Epoca: 200 - Tasa: 0.72 - Error: 0.645131509108903
## Epoca: 1 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.862884633639659
## Epoca: 2 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.826876287596203
## Epoca: 3 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.825286206817963
## Epoca: 4 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.82364745916709
## Epoca: 5 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.822011185798905
## Epoca: 6 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.82037791805056
## Epoca: 7 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.818747723655696
## Epoca: 8 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.817120664853259
## Epoca: 9 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.81549680242582
## Epoca: 10 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.813876195747633
## Epoca: 11 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.812258902798518
## Epoca: 12 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.810644980177685
## Epoca: 13 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.809034483117791
## Epoca: 14 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.807427465499211
## Epoca: 15 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.805823979864483
## Epoca: 16 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.804224077432943

```

## Epoca: 17 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.802627808115498  
 ## Epoca: 18 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.801035220529555  
 ## Epoca: 19 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.799446362014055  
 ## Epoca: 20 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.797861278644631  
 ## Epoca: 21 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.796280015248852  
 ## Epoca: 22 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.794702615421545  
 ## Epoca: 23 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.793129121540192  
 ## Epoca: 24 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.791559574780375  
 ## Epoca: 25 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.789994015131267  
 ## Epoca: 26 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.788432481411154  
 ## Epoca: 27 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.786875011282978  
 ## Epoca: 28 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.785321641269891  
 ## Epoca: 29 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.783772406770809  
 ## Epoca: 30 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.782227342075958  
 ## Epoca: 31 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.780686480382403  
 ## Epoca: 32 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.779149853809553  
 ## Epoca: 33 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.77761749341463  
 ## Epoca: 34 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.776089429208099  
 ## Epoca: 35 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.774565690169052  
 ## Epoca: 36 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.77304630426053  
 ## Epoca: 37 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.771531298444796  
 ## Epoca: 38 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.770020698698531  
 ## Epoca: 39 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.768514530027961  
 ## Epoca: 40 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.76701281648391  
 ## Epoca: 41 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.765515581176761  
 ## Epoca: 42 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.764022846291344  
 ## Epoca: 43 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.762534633101715  
 ## Epoca: 44 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.761050961985857  
 ## Epoca: 45 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.759571852440262  
 ## Epoca: 46 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.758097323094431  
 ## Epoca: 47 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.756627391725248  
 ## Epoca: 48 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.755162075271256  
 ## Epoca: 49 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.753701389846816  
 ## Epoca: 50 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.752245350756153  
 ## Epoca: 51 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.750793972507279  
 ## Epoca: 52 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.7493472688258  
 ## Epoca: 53 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.747905252668605  
 ## Epoca: 54 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.746467936237414  
 ## Epoca: 55 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.745035330992222  
 ## Epoca: 56 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.743607447664598  
 ## Epoca: 57 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.742184296270863  
 ## Epoca: 58 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.740765886125134  
 ## Epoca: 59 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.739352225852237  
 ## Epoca: 60 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.737943323400488  
 ## Epoca: 61 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.736539186054339  
 ## Epoca: 62 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.735139820446889  
 ## Epoca: 63 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.73374523257226  
 ## Epoca: 64 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.732355427797834  
 ## Epoca: 65 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.730970410876363  
 ## Epoca: 66 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.729590185957925  
 ## Epoca: 67 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.728214756601759  
 ## Epoca: 68 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.726844125787952  
 ## Epoca: 69 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.725478295928996  
 ## Epoca: 70 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.724117268881193

## Epoca: 71 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.722761045955943  
 ## Epoca: 72 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.721409627930872  
 ## Epoca: 73 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.720063015060838  
 ## Epoca: 74 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.718721207088793  
 ## Epoca: 75 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.717384203256505  
 ## Epoca: 76 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.71605200231515  
 ## Epoca: 77 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.714724602535759  
 ## Epoca: 78 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.713402001719535  
 ## Epoca: 79 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.71208419720803  
 ## Epoca: 80 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.710771185893188  
 ## Epoca: 81 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.709462964227255  
 ## Epoca: 82 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.708159528232547  
 ## Epoca: 83 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.706860873511096  
 ## Epoca: 84 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.705566995254152  
 ## Epoca: 85 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.70427788825156  
 ## Epoca: 86 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.702993546900998  
 ## Epoca: 87 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.701713965217092  
 ## Epoca: 88 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.700439136840396  
 ## Epoca: 89 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.699169055046242  
 ## Epoca: 90 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.697903712753465  
 ## Epoca: 91 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.696643102532995  
 ## Epoca: 92 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.695387216616331  
 ## Epoca: 93 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.694136046903876  
 ## Epoca: 94 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.692889584973162  
 ## Epoca: 95 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.691647822086937  
 ## Epoca: 96 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.690410749201138  
 ## Epoca: 97 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.689178356972741  
 ## Epoca: 98 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.687950635767484  
 ## Epoca: 99 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.686727575667475  
 ## Epoca: 100 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.685509166478683  
 ## Epoca: 101 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.684295397738303  
 ## Epoca: 102 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.683086258722012  
 ## Epoca: 103 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.681881738451101  
 ## Epoca: 104 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.680681825699505  
 ## Epoca: 105 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.679486509000703  
 ## Epoca: 106 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.678295776654515  
 ## Epoca: 107 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.67710961673379  
 ## Epoca: 108 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.675928017090972  
 ## Epoca: 109 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.674750965364569  
 ## Epoca: 110 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.673578448985506  
 ## Epoca: 111 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.672410455183374  
 ## Epoca: 112 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.671246970992569  
 ## Epoca: 113 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.670087983258332  
 ## Epoca: 114 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.668933478642681  
 ## Epoca: 115 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.667783443630241  
 ## Epoca: 116 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.666637864533971  
 ## Epoca: 117 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.665496727500797  
 ## Epoca: 118 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.664360018517135  
 ## Epoca: 119 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.663227723414326  
 ## Epoca: 120 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.662099827873966  
 ## Epoca: 121 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.660976317433146  
 ## Epoca: 122 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.659857177489595  
 ## Epoca: 123 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.658742393306726  
 ## Epoca: 124 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.657631950018597

## Epoca: 125 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.656525832634772  
## Epoca: 126 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.655424026045097  
## Epoca: 127 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.654326515024385  
## Epoca: 128 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.653233284237016  
## Epoca: 129 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.652144318241445  
## Epoca: 130 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.651059601494624  
## Epoca: 131 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.649979118356349  
## Epoca: 132 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.648902853093509  
## Epoca: 133 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.647830789884263  
## Epoca: 134 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.64676291282213  
## Epoca: 135 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.645699205920004  
## Epoca: 136 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.644639653114083  
## Epoca: 137 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.643584238267723  
## Epoca: 138 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.642532945175219  
## Epoca: 139 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.641485757565499  
## Epoca: 140 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.640442659105757  
## Epoca: 141 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.639403633404999  
## Epoca: 142 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.638368664017523  
## Epoca: 143 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.637337734446328  
## Epoca: 144 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.636310828146449  
## Epoca: 145 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.635287928528219  
## Epoca: 146 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.634269018960473  
## Epoca: 147 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.63325408277367  
## Epoca: 148 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.632243103262961  
## Epoca: 149 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.631236063691182  
## Epoca: 150 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.630232947291787  
## Epoca: 151 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.629233737271714  
## Epoca: 152 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.628238416814192  
## Epoca: 153 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.627246969081482  
## Epoca: 154 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.626259377217558  
## Epoca: 155 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.625275624350731  
## Epoca: 156 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.624295693596207  
## Epoca: 157 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.623319568058595  
## Epoca: 158 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.622347230834353  
## Epoca: 159 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.621378665014176  
## Epoca: 160 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.620413853685332  
## Epoca: 161 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.619452779933943  
## Epoca: 162 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.618495426847209  
## Epoca: 163 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.617541777515583  
## Epoca: 164 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.616591815034894  
## Epoca: 165 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.615645522508413  
## Epoca: 166 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.614702883048874  
## Epoca: 167 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.613763879780449  
## Epoca: 168 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.612828495840663  
## Epoca: 169 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.611896714382272  
## Epoca: 170 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.610968518575087  
## Epoca: 171 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.61004389160776  
## Epoca: 172 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.60912281668951  
## Epoca: 173 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.608205277051821  
## Epoca: 174 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.607291255950088  
## Epoca: 175 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.606380736665215  
## Epoca: 176 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.605473702505182  
## Epoca: 177 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.604570136806558  
## Epoca: 178 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.603670022935987



## Epoca: 179 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.602773344291621  
 ## Epoca: 180 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.60188008430452  
 ## Epoca: 181 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.60099022644001  
 ## Epoca: 182 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.600103754199012  
 ## Epoca: 183 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.599220651119317  
 ## Epoca: 184 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.59834090077684  
 ## Epoca: 185 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.597464486786833  
 ## Epoca: 186 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.596591392805057  
 ## Epoca: 187 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.595721602528926  
 ## Epoca: 188 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.594855099698615  
 ## Epoca: 189 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.593991868098136  
 ## Epoca: 190 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.593131891556378  
 ## Epoca: 191 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.592275153948114  
 ## Epoca: 192 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.591421639194985  
 ## Epoca: 193 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.590571331266443  
 ## Epoca: 194 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.589724214180667  
 ## Epoca: 195 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.588880272005453  
 ## Epoca: 196 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.588039488859071  
 ## Epoca: 197 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.587201848911092  
 ## Epoca: 198 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.58636733638319  
 ## Epoca: 199 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.58553593554992  
 ## Epoca: 200 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.584707630739457  
 ## Epoca: 1 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.996200433769754  
 ## Epoca: 2 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.981061928437062  
 ## Epoca: 3 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.974549256096245  
 ## Epoca: 4 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.968060481695876  
 ## Epoca: 5 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.961606243662866  
 ## Epoca: 6 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.95518709594034  
 ## Epoca: 7 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.948803550917149  
 ## Epoca: 8 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.94245609206567  
 ## Epoca: 9 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.93614517481774  
 ## Epoca: 10 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.929871227401144  
 ## Epoca: 11 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.923634651650923  
 ## Epoca: 12 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.917435823796739  
 ## Epoca: 13 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.911275095227457  
 ## Epoca: 14 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.905152793234026  
 ## Epoca: 15 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.899069221731699  
 ## Epoca: 16 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.89302466196253  
 ## Epoca: 17 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.887019373179061  
 ## Epoca: 18 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.881053593310033  
 ## Epoca: 19 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.87512753960889  
 ## Epoca: 20 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.869241409285819  
 ## Epoca: 21 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.863395380123982  
 ## Epoca: 22 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.857589611080579  
 ## Epoca: 23 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.851824242873309  
 ## Epoca: 24 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.846099398552777  
 ## Epoca: 25 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.84041518406133  
 ## Epoca: 26 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.834771688778795  
 ## Epoca: 27 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.829168986055531  
 ## Epoca: 28 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.823607133733191  
 ## Epoca: 29 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.818086174653564  
 ## Epoca: 30 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.812606137155816  
 ## Epoca: 31 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.807167035562458  
 ## Epoca: 32 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.801768870654318

```
## Epoca: 33 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.796411630134785
## Epoca: 34 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.791095289083579
## Epoca: 35 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.785819810400267
## Epoca: 36 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.780585145237752
## Epoca: 37 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.775391233425932
## Epoca: 38 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.770238003885713
## Epoca: 39 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.765125375033561
## Epoca: 40 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.760053255176761
## Epoca: 41 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.755021542899537
## Epoca: 42 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.750030127440187
## Epoca: 43 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.745078889059381
## Epoca: 44 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.740167699399757
## Epoca: 45 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.735296421836948
## Epoca: 46 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.730464911822175
## Epoca: 47 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.725673017216525
## Epoca: 48 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.72092057861704
## Epoca: 49 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.716207429674736
## Epoca: 50 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.711533397404672
## Epoca: 51 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.706898302488175
## Epoca: 52 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.702301959567348
## Epoca: 53 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.697744177531969
## Epoca: 54 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.693224759798884
## Epoca: 55 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.688743504584026
## Epoca: 56 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.684300205167145
## Epoca: 57 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.679894650149384
## Epoca: 58 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.675526623703794
## Epoca: 59 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.671195905818909
## Epoca: 60 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.666902272535487
## Epoca: 61 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.662645496176522
## Epoca: 62 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.658425345570655
## Epoca: 63 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.654241586269072
## Epoca: 64 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.650093980756019
## Epoca: 65 - Tasa: 0.753333333333333 - Error: 0.645982288653036
## Epoca: 66 - Tasa: 0.806666666666667 - Error: 0.641906266917016
## Epoca: 67 - Tasa: 0.84 - Error: 0.63786567003222
## Epoca: 68 - Tasa: 0.866666666666667 - Error: 0.633860250196331
## Epoca: 69 - Tasa: 0.866666666666667 - Error: 0.629889757500689
## Epoca: 70 - Tasa: 0.866666666666667 - Error: 0.625953940104789
## Epoca: 71 - Tasa: 0.893333333333333 - Error: 0.62205254440518
## Epoca: 72 - Tasa: 0.9 - Error: 0.618185315198853
## Epoca: 73 - Tasa: 0.906666666666667 - Error: 0.614351995841245
```

- Prueba con datos

```
salida <- aplicarRedRBF(modeloRBF, datos_x, datos_y)
salida$tasa
```

```
## [1] 0.94
```

```
head(salida$salida)
```

```
##      1  1  1
```

```
## 1 -1 -1 1
## 2 -1 -1 1
## 3 1 -1 -1
## 4 -1 -1 1
## 5 1 -1 -1
## 6 1 -1 -1
```

Cantidad de parámetros:

En una red MLP con una estructura (3,1), tenemos los siguientes parámetros:

$numParamMLP = ParámetrosdeCapa1 + ParámetrosdeCapa2$

$numParamMLP = [(4entradas + 1) * 3neuronas] + [(3entradas + 1) * 1neurona]$

$numParamMLP = 5 * 3 + 4 * 1 = 19parámetros$

Una red RBF con 19 parámetros podría tener la siguiente distribución:

$numParamRBF = ParámetrosdeGaussianas + ParámetrosdePerceptrones$

$numParamRBF = [3centros] + [(3entradas + 1) * 3neurona]$

$numParamRBF = 3 + 4 * 3 = 15parámetros$

```
modeloRBF_2 <- redRBF(datos_x, datos_y, nroGaussianas = 3, funcion = "sigmo", pnu = 0.2,
                      pepoca = 200, pcritFinalizacion = 0.9)
```

```
## Epoca: 1 - Tasa: 0.7 - Error: 0.898137153324026
## Epoca: 2 - Tasa: 0.7 - Error: 0.868279769865699
## Epoca: 3 - Tasa: 0.7 - Error: 0.86759353466148
## Epoca: 4 - Tasa: 0.7 - Error: 0.866937620211468
## Epoca: 5 - Tasa: 0.7 - Error: 0.866282238303869
## Epoca: 6 - Tasa: 0.7 - Error: 0.865627207456794
## Epoca: 7 - Tasa: 0.7 - Error: 0.86497253055321
## Epoca: 8 - Tasa: 0.7 - Error: 0.864318211608235
## Epoca: 9 - Tasa: 0.7 - Error: 0.863664254617286
## Epoca: 10 - Tasa: 0.7 - Error: 0.863010663548921
## Epoca: 11 - Tasa: 0.7 - Error: 0.862357442344828
## Epoca: 12 - Tasa: 0.7 - Error: 0.861704594919853
## Epoca: 13 - Tasa: 0.7 - Error: 0.861052125162038
## Epoca: 14 - Tasa: 0.7 - Error: 0.860400036932651
## Epoca: 15 - Tasa: 0.7 - Error: 0.859748334066231
## Epoca: 16 - Tasa: 0.7 - Error: 0.859097020370615
## Epoca: 17 - Tasa: 0.7 - Error: 0.858446099626986
## Epoca: 18 - Tasa: 0.7 - Error: 0.857795575589908
## Epoca: 19 - Tasa: 0.7 - Error: 0.857145451987368
## Epoca: 20 - Tasa: 0.7 - Error: 0.85649573252082
## Epoca: 21 - Tasa: 0.7 - Error: 0.855846420865225
## Epoca: 22 - Tasa: 0.7 - Error: 0.855197520669102
## Epoca: 23 - Tasa: 0.7 - Error: 0.854549035554567
## Epoca: 24 - Tasa: 0.7 - Error: 0.853900969117384
## Epoca: 25 - Tasa: 0.7 - Error: 0.85325332492701
## Epoca: 26 - Tasa: 0.7 - Error: 0.852606106526648
## Epoca: 27 - Tasa: 0.7 - Error: 0.851959317433293
## Epoca: 28 - Tasa: 0.7 - Error: 0.851312961137785
## Epoca: 29 - Tasa: 0.7 - Error: 0.850667041104863
```

## Epoca: 30 - Tasa: 0.7 - Error: 0.850021560773214  
## Epoca: 31 - Tasa: 0.7 - Error: 0.849376523555528  
## Epoca: 32 - Tasa: 0.7 - Error: 0.848731932838559  
## Epoca: 33 - Tasa: 0.7 - Error: 0.84808779198317  
## Epoca: 34 - Tasa: 0.7 - Error: 0.847444104324402  
## Epoca: 35 - Tasa: 0.7 - Error: 0.846800873171522  
## Epoca: 36 - Tasa: 0.7 - Error: 0.846158101808087  
## Epoca: 37 - Tasa: 0.7 - Error: 0.845515793492005  
## Epoca: 38 - Tasa: 0.7 - Error: 0.844873951455589  
## Epoca: 39 - Tasa: 0.7 - Error: 0.844232578905626  
## Epoca: 40 - Tasa: 0.7 - Error: 0.843591679023433  
## Epoca: 41 - Tasa: 0.7 - Error: 0.842951254964927  
## Epoca: 42 - Tasa: 0.7 - Error: 0.84231130986068  
## Epoca: 43 - Tasa: 0.7 - Error: 0.841671846815993  
## Epoca: 44 - Tasa: 0.7 - Error: 0.841032868910955  
## Epoca: 45 - Tasa: 0.7 - Error: 0.840394379200511  
## Epoca: 46 - Tasa: 0.7 - Error: 0.839756380714533  
## Epoca: 47 - Tasa: 0.7 - Error: 0.839118876457881  
## Epoca: 48 - Tasa: 0.7 - Error: 0.838481869410476  
## Epoca: 49 - Tasa: 0.7 - Error: 0.837845362527371  
## Epoca: 50 - Tasa: 0.7 - Error: 0.837209358738815  
## Epoca: 51 - Tasa: 0.7 - Error: 0.836573860950329  
## Epoca: 52 - Tasa: 0.7 - Error: 0.835938872042777  
## Epoca: 53 - Tasa: 0.7 - Error: 0.835304394872434  
## Epoca: 54 - Tasa: 0.7 - Error: 0.834670432271064  
## Epoca: 55 - Tasa: 0.7 - Error: 0.834036987045989  
## Epoca: 56 - Tasa: 0.7 - Error: 0.833404061980168  
## Epoca: 57 - Tasa: 0.7 - Error: 0.832771659832265  
## Epoca: 58 - Tasa: 0.7 - Error: 0.832139783336732  
## Epoca: 59 - Tasa: 0.7 - Error: 0.831508435203878  
## Epoca: 60 - Tasa: 0.7 - Error: 0.830877618119949  
## Epoca: 61 - Tasa: 0.7 - Error: 0.830247334747207  
## Epoca: 62 - Tasa: 0.7 - Error: 0.829617587724001  
## Epoca: 63 - Tasa: 0.7 - Error: 0.828988379664853  
## Epoca: 64 - Tasa: 0.7 - Error: 0.828359713160531  
## Epoca: 65 - Tasa: 0.7 - Error: 0.827731590778131  
## Epoca: 66 - Tasa: 0.7 - Error: 0.827104015061157  
## Epoca: 67 - Tasa: 0.7 - Error: 0.826476988529598  
## Epoca: 68 - Tasa: 0.7 - Error: 0.825850513680014  
## Epoca: 69 - Tasa: 0.7 - Error: 0.825224592985612  
## Epoca: 70 - Tasa: 0.7 - Error: 0.824599228896331  
## Epoca: 71 - Tasa: 0.7 - Error: 0.823974423838925  
## Epoca: 72 - Tasa: 0.7 - Error: 0.823350180217042  
## Epoca: 73 - Tasa: 0.7 - Error: 0.822726500411308  
## Epoca: 74 - Tasa: 0.7 - Error: 0.822103386779415  
## Epoca: 75 - Tasa: 0.7 - Error: 0.8214808416562  
## Epoca: 76 - Tasa: 0.7 - Error: 0.820858867353729  
## Epoca: 77 - Tasa: 0.7 - Error: 0.820237466161387  
## Epoca: 78 - Tasa: 0.7 - Error: 0.819616640345957  
## Epoca: 79 - Tasa: 0.7 - Error: 0.81899639215171  
## Epoca: 80 - Tasa: 0.7 - Error: 0.818376723800489  
## Epoca: 81 - Tasa: 0.7 - Error: 0.817757637491794  
## Epoca: 82 - Tasa: 0.7 - Error: 0.817139135402871  
## Epoca: 83 - Tasa: 0.7 - Error: 0.8165212196888

## Epoca: 84 - Tasa: 0.7 - Error: 0.815903892482576  
## Epoca: 85 - Tasa: 0.7 - Error: 0.815287155895204  
## Epoca: 86 - Tasa: 0.7 - Error: 0.814671012015784  
## Epoca: 87 - Tasa: 0.7 - Error: 0.814055462911596  
## Epoca: 88 - Tasa: 0.7 - Error: 0.813440510628194  
## Epoca: 89 - Tasa: 0.7 - Error: 0.812826157189491  
## Epoca: 90 - Tasa: 0.7 - Error: 0.81221240459785  
## Epoca: 91 - Tasa: 0.7 - Error: 0.811599254834172  
## Epoca: 92 - Tasa: 0.7 - Error: 0.810986709857986  
## Epoca: 93 - Tasa: 0.7 - Error: 0.810374771607539  
## Epoca: 94 - Tasa: 0.7 - Error: 0.809763441999887  
## Epoca: 95 - Tasa: 0.7 - Error: 0.809152722930983  
## Epoca: 96 - Tasa: 0.7 - Error: 0.808542616275769  
## Epoca: 97 - Tasa: 0.7 - Error: 0.807933123888267  
## Epoca: 98 - Tasa: 0.7 - Error: 0.80732424760167  
## Epoca: 99 - Tasa: 0.7 - Error: 0.806715989228429  
## Epoca: 100 - Tasa: 0.7 - Error: 0.806108350560354  
## Epoca: 101 - Tasa: 0.7 - Error: 0.805501333368694  
## Epoca: 102 - Tasa: 0.7 - Error: 0.804894939404236  
## Epoca: 103 - Tasa: 0.7 - Error: 0.804289170397396  
## Epoca: 104 - Tasa: 0.7 - Error: 0.803684028058308  
## Epoca: 105 - Tasa: 0.7 - Error: 0.803079514076919  
## Epoca: 106 - Tasa: 0.7 - Error: 0.80247563012308  
## Epoca: 107 - Tasa: 0.7 - Error: 0.801872377846638  
## Epoca: 108 - Tasa: 0.7 - Error: 0.801269758877532  
## Epoca: 109 - Tasa: 0.7 - Error: 0.80066777482588  
## Epoca: 110 - Tasa: 0.7 - Error: 0.800066427282076  
## Epoca: 111 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79946571781688  
## Epoca: 112 - Tasa: 0.7 - Error: 0.798865647981515  
## Epoca: 113 - Tasa: 0.7 - Error: 0.798266219307757  
## Epoca: 114 - Tasa: 0.7 - Error: 0.797667433308026  
## Epoca: 115 - Tasa: 0.7 - Error: 0.797069291475487  
## Epoca: 116 - Tasa: 0.7 - Error: 0.796471795284133  
## Epoca: 117 - Tasa: 0.7 - Error: 0.795874946188888  
## Epoca: 118 - Tasa: 0.7 - Error: 0.795278745625694  
## Epoca: 119 - Tasa: 0.7 - Error: 0.794683195011607  
## Epoca: 120 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79408829574489  
## Epoca: 121 - Tasa: 0.7 - Error: 0.793494049205106  
## Epoca: 122 - Tasa: 0.7 - Error: 0.792900456753214  
## Epoca: 123 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79230751973166  
## Epoca: 124 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79171523946447  
## Epoca: 125 - Tasa: 0.7 - Error: 0.791123617257348  
## Epoca: 126 - Tasa: 0.7 - Error: 0.790532654397764  
## Epoca: 127 - Tasa: 0.7 - Error: 0.789942352155053  
## Epoca: 128 - Tasa: 0.7 - Error: 0.789352711780504  
## Epoca: 129 - Tasa: 0.7 - Error: 0.788763734507458  
## Epoca: 130 - Tasa: 0.7 - Error: 0.788175421551396  
## Epoca: 131 - Tasa: 0.7 - Error: 0.787587774110039  
## Epoca: 132 - Tasa: 0.7 - Error: 0.787000793363438  
## Epoca: 133 - Tasa: 0.7 - Error: 0.786414480474066  
## Epoca: 134 - Tasa: 0.7 - Error: 0.785828836586917  
## Epoca: 135 - Tasa: 0.7 - Error: 0.785243862829593  
## Epoca: 136 - Tasa: 0.7 - Error: 0.784659560312402  
## Epoca: 137 - Tasa: 0.7 - Error: 0.78407593012845

## Epoca: 138 - Tasa: 0.7 - Error: 0.783492973353732  
## Epoca: 139 - Tasa: 0.7 - Error: 0.78291069104723  
## Epoca: 140 - Tasa: 0.7 - Error: 0.782329084251003  
## Epoca: 141 - Tasa: 0.7 - Error: 0.781748153990279  
## Epoca: 142 - Tasa: 0.7 - Error: 0.781167901273551  
## Epoca: 143 - Tasa: 0.7 - Error: 0.780588327092667  
## Epoca: 144 - Tasa: 0.7 - Error: 0.780009432422927  
## Epoca: 145 - Tasa: 0.7 - Error: 0.77943121822317  
## Epoca: 146 - Tasa: 0.7 - Error: 0.778853685435872  
## Epoca: 147 - Tasa: 0.7 - Error: 0.778276834987235  
## Epoca: 148 - Tasa: 0.7 - Error: 0.777700667787282  
## Epoca: 149 - Tasa: 0.7 - Error: 0.777125184729947  
## Epoca: 150 - Tasa: 0.7 - Error: 0.776550386693167  
## Epoca: 151 - Tasa: 0.7 - Error: 0.775976274538978  
## Epoca: 152 - Tasa: 0.7 - Error: 0.775402849113603  
## Epoca: 153 - Tasa: 0.7 - Error: 0.774830111247544  
## Epoca: 154 - Tasa: 0.7 - Error: 0.774258061755676  
## Epoca: 155 - Tasa: 0.7 - Error: 0.773686701437338  
## Epoca: 156 - Tasa: 0.7 - Error: 0.773116031076423  
## Epoca: 157 - Tasa: 0.7 - Error: 0.772546051441469  
## Epoca: 158 - Tasa: 0.7 - Error: 0.771976763285752  
## Epoca: 159 - Tasa: 0.7 - Error: 0.771408167347377  
## Epoca: 160 - Tasa: 0.7 - Error: 0.770840264349366  
## Epoca: 161 - Tasa: 0.7 - Error: 0.770273054999754  
## Epoca: 162 - Tasa: 0.7 - Error: 0.769706539991672  
## Epoca: 163 - Tasa: 0.7 - Error: 0.769140720003443  
## Epoca: 164 - Tasa: 0.7 - Error: 0.768575595698673  
## Epoca: 165 - Tasa: 0.7 - Error: 0.768011167726334  
## Epoca: 166 - Tasa: 0.7 - Error: 0.767447436720861  
## Epoca: 167 - Tasa: 0.7 - Error: 0.76688440330224  
## Epoca: 168 - Tasa: 0.7 - Error: 0.766322068076094  
## Epoca: 169 - Tasa: 0.7 - Error: 0.765760431633777  
## Epoca: 170 - Tasa: 0.7 - Error: 0.765199494552457  
## Epoca: 171 - Tasa: 0.7 - Error: 0.764639257395213  
## Epoca: 172 - Tasa: 0.7 - Error: 0.764079720711116  
## Epoca: 173 - Tasa: 0.7 - Error: 0.763520885035322  
## Epoca: 174 - Tasa: 0.7 - Error: 0.762962750889159  
## Epoca: 175 - Tasa: 0.7 - Error: 0.762405318780215  
## Epoca: 176 - Tasa: 0.7 - Error: 0.761848589202425  
## Epoca: 177 - Tasa: 0.7 - Error: 0.761292562636159  
## Epoca: 178 - Tasa: 0.7 - Error: 0.760737239548312  
## Epoca: 179 - Tasa: 0.7 - Error: 0.760182620392388  
## Epoca: 180 - Tasa: 0.7 - Error: 0.759628705608588  
## Epoca: 181 - Tasa: 0.7 - Error: 0.759075495623895  
## Epoca: 182 - Tasa: 0.7 - Error: 0.758522990852166  
## Epoca: 183 - Tasa: 0.7 - Error: 0.757971191694211  
## Epoca: 184 - Tasa: 0.7 - Error: 0.757420098537885  
## Epoca: 185 - Tasa: 0.7 - Error: 0.756869711758171  
## Epoca: 186 - Tasa: 0.7 - Error: 0.756320031717266  
## Epoca: 187 - Tasa: 0.7 - Error: 0.755771058764665  
## Epoca: 188 - Tasa: 0.7 - Error: 0.75522279323725  
## Epoca: 189 - Tasa: 0.7 - Error: 0.754675235459371  
## Epoca: 190 - Tasa: 0.7 - Error: 0.754128385742933  
## Epoca: 191 - Tasa: 0.7 - Error: 0.753582244387477

## Epoca: 192 - Tasa: 0.7 - Error: 0.753036811680271  
## Epoca: 193 - Tasa: 0.7 - Error: 0.752492087896386  
## Epoca: 194 - Tasa: 0.7 - Error: 0.751948073298783  
## Epoca: 195 - Tasa: 0.7 - Error: 0.751404768138398  
## Epoca: 196 - Tasa: 0.7 - Error: 0.750862172654224  
## Epoca: 197 - Tasa: 0.7 - Error: 0.750320287073392  
## Epoca: 198 - Tasa: 0.7 - Error: 0.749779111611255  
## Epoca: 199 - Tasa: 0.7 - Error: 0.749238646471472  
## Epoca: 200 - Tasa: 0.7 - Error: 0.748698891846087  
## Epoca: 1 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.862026379792178  
## Epoca: 2 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.8269755074123  
## Epoca: 3 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.826393578523275  
## Epoca: 4 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.82576144050492  
## Epoca: 5 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.825129286879211  
## Epoca: 6 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.824497582961006  
## Epoca: 7 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.823866336645257  
## Epoca: 8 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.823235551703389  
## Epoca: 9 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.822605231838083  
## Epoca: 10 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.821975380719404  
## Epoca: 11 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.821346001985235  
## Epoca: 12 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.820717099241388  
## Epoca: 13 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.820088676061721  
## Epoca: 14 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.819460735988253  
## Epoca: 15 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.818833282531283  
## Epoca: 16 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.8182063191695  
## Epoca: 17 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.817579849350108  
## Epoca: 18 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.816953876488943  
## Epoca: 19 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.816328403970591  
## Epoca: 20 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.815703435148508  
## Epoca: 21 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.815078973345145  
## Epoca: 22 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.814455021852068  
## Epoca: 23 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.81383158393008  
## Epoca: 24 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.813208662809346  
## Epoca: 25 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.812586261689515  
## Epoca: 26 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.811964383739847  
## Epoca: 27 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.81134303209934  
## Epoca: 28 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.810722209876851  
## Epoca: 29 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.810101920151226  
## Epoca: 30 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.80948216597143  
## Epoca: 31 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.808862950356666  
## Epoca: 32 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.808244276296516  
## Epoca: 33 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.807626146751057  
## Epoca: 34 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.807008564650998  
## Epoca: 35 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.806391532897811  
## Epoca: 36 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.805775054363853  
## Epoca: 37 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.805159131892505  
## Epoca: 38 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.804543768298299  
## Epoca: 39 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.803928966367051  
## Epoca: 40 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.80331472885599  
## Epoca: 41 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.802701058493895  
## Epoca: 42 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.802087957981221  
## Epoca: 43 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.801475429990239  
## Epoca: 44 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.800863477165163  
## Epoca: 45 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.800252102122285

## Epoca: 46 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.799641307450111  
 ## Epoca: 47 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.799031095709491  
 ## Epoca: 48 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.798421469433758  
 ## Epoca: 49 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.797812431128857  
 ## Epoca: 50 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.797203983273481  
 ## Epoca: 51 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.796596128319206  
 ## Epoca: 52 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.79598886869063  
 ## Epoca: 53 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.795382206785498  
 ## Epoca: 54 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.794776144974846  
 ## Epoca: 55 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.794170685603133  
 ## Epoca: 56 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.793565830988376  
 ## Epoca: 57 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.792961583422283  
 ## Epoca: 58 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.792357945170394  
 ## Epoca: 59 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.791754918472211  
 ## Epoca: 60 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.791152505541338  
 ## Epoca: 61 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.79055070856561  
 ## Epoca: 62 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.789949529707238  
 ## Epoca: 63 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.789348971102935  
 ## Epoca: 64 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.788749034864058  
 ## Epoca: 65 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.78814972307674  
 ## Epoca: 66 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.787551037802028  
 ## Epoca: 67 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.786952981076015  
 ## Epoca: 68 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.78635555490998  
 ## Epoca: 69 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.78575876129052  
 ## Epoca: 70 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.785162602179684  
 ## Epoca: 71 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.784567079515113  
 ## Epoca: 72 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.783972195210172  
 ## Epoca: 73 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.783377951154082  
 ## Epoca: 74 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.782784349212063  
 ## Epoca: 75 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.782191391225459  
 ## Epoca: 76 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.781599079011881  
 ## Epoca: 77 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.781007414365335  
 ## Epoca: 78 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.780416399056361  
 ## Epoca: 79 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.779826034832163  
 ## Epoca: 80 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.779236323416747  
 ## Epoca: 81 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.778647266511051  
 ## Epoca: 82 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.778058865793083  
 ## Epoca: 83 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.777471122918049  
 ## Epoca: 84 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.77688403951849  
 ## Epoca: 85 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.776297617204413  
 ## Epoca: 86 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.775711857563426  
 ## Epoca: 87 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.775126762160868  
 ## Epoca: 88 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.774542332539942  
 ## Epoca: 89 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.773958570221848  
 ## Epoca: 90 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.773375476705913  
 ## Epoca: 91 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.772793053469725  
 ## Epoca: 92 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.772211301969262  
 ## Epoca: 93 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.771630223639024  
 ## Epoca: 94 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.771049819892163  
 ## Epoca: 95 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.770470092120614  
 ## Epoca: 96 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.769891041695224  
 ## Epoca: 97 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.769312669965886  
 ## Epoca: 98 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.768734978261662  
 ## Epoca: 99 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.768157967890916



## Epoca: 100 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.767581640141444  
## Epoca: 101 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.7670059962806  
## Epoca: 102 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.766431037555426  
## Epoca: 103 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.765856765192777  
## Epoca: 104 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.765283180399453  
## Epoca: 105 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.764710284362323  
## Epoca: 106 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.764138078248454  
## Epoca: 107 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.763566563205235  
## Epoca: 108 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.762995740360506  
## Epoca: 109 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.762425610822683  
## Epoca: 110 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.76185617568088  
## Epoca: 111 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.761287436005041  
## Epoca: 112 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.760719392846059  
## Epoca: 113 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.760152047235902  
## Epoca: 114 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.759585400187738  
## Epoca: 115 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.759019452696058  
## Epoca: 116 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.758454205736799  
## Epoca: 117 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.757889660267468  
## Epoca: 118 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.75732581722726  
## Epoca: 119 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.756762677537189  
## Epoca: 120 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.756200242100199  
## Epoca: 121 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.755638511801294  
## Epoca: 122 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.755077487507653  
## Epoca: 123 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.754517170068754  
## Epoca: 124 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.753957560316494  
## Epoca: 125 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.753398659065303  
## Epoca: 126 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.752840467112273  
## Epoca: 127 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.752282985237268  
## Epoca: 128 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.751726214203047  
## Epoca: 129 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.75117015475538  
## Epoca: 130 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.750614807623166  
## Epoca: 131 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.750060173518551  
## Epoca: 132 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.749506253137045  
## Epoca: 133 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.748953047157634  
## Epoca: 134 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.748400556242901  
## Epoca: 135 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.74784878103914  
## Epoca: 136 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.747297722176469  
## Epoca: 137 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.746747380268944  
## Epoca: 138 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.746197755914679  
## Epoca: 139 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.745648849695952  
## Epoca: 140 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.74510066217932  
## Epoca: 141 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.744553193915738  
## Epoca: 142 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.744006445440661  
## Epoca: 143 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.743460417274165  
## Epoca: 144 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.742915109921051  
## Epoca: 145 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.742370523870963  
## Epoca: 146 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.741826659598492  
## Epoca: 147 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.741283517563288  
## Epoca: 148 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.740741098210174  
## Epoca: 149 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.740199401969246  
## Epoca: 150 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.739658429255992  
## Epoca: 151 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.739118180471391  
## Epoca: 152 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.738578656002027  
## Epoca: 153 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.738039856220191

## Epoca: 154 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.737501781483995  
 ## Epoca: 155 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.736964432137469  
 ## Epoca: 156 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.736427808510676  
 ## Epoca: 157 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.735891910919809  
 ## Epoca: 158 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.735356739667303  
 ## Epoca: 159 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.734822295041935  
 ## Epoca: 160 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.73428857731893  
 ## Epoca: 161 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.733755586760062  
 ## Epoca: 162 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.733223323613761  
 ## Epoca: 163 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.732691788115212  
 ## Epoca: 164 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.732160980486458  
 ## Epoca: 165 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.731630900936505  
 ## Epoca: 166 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.731101549661417  
 ## Epoca: 167 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.73057292684442  
 ## Epoca: 168 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.730045032656005  
 ## Epoca: 169 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.729517867254021  
 ## Epoca: 170 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.728991430783781  
 ## Epoca: 171 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.728465723378157  
 ## Epoca: 172 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.727940745157679  
 ## Epoca: 173 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.727416496230634  
 ## Epoca: 174 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.726892976693161  
 ## Epoca: 175 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.72637018662935  
 ## Epoca: 176 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.725848126111339  
 ## Epoca: 177 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.725326795199407  
 ## Epoca: 178 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.724806193942074  
 ## Epoca: 179 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.724286322376191  
 ## Epoca: 180 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.723767180527039  
 ## Epoca: 181 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.723248768408419  
 ## Epoca: 182 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.722731086022749  
 ## Epoca: 183 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.722214133361156  
 ## Epoca: 184 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.721697910403569  
 ## Epoca: 185 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.721182417118811  
 ## Epoca: 186 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.720667653464691  
 ## Epoca: 187 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.720153619388092  
 ## Epoca: 188 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.71964031482507  
 ## Epoca: 189 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.719127739700935  
 ## Epoca: 190 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.718615893930347  
 ## Epoca: 191 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.718104777417404  
 ## Epoca: 192 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.717594390055731  
 ## Epoca: 193 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.717084731728566  
 ## Epoca: 194 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.716575802308852  
 ## Epoca: 195 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.716067601659324  
 ## Epoca: 196 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.715560129632592  
 ## Epoca: 197 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.715053386071233  
 ## Epoca: 198 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.714547370807874  
 ## Epoca: 199 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.71404208366528  
 ## Epoca: 200 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.713537524456436  
 ## Epoca: 1 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.996073686376647  
 ## Epoca: 2 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.984882213613751  
 ## Epoca: 3 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.982225166824311  
 ## Epoca: 4 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.979563249371207  
 ## Epoca: 5 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.976906672452261  
 ## Epoca: 6 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.974255491693144  
 ## Epoca: 7 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.971609749611466

## Epoca: 8 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.968969487824729  
## Epoca: 9 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.966334747075322  
## Epoca: 10 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.963705567241068  
## Epoca: 11 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.961081987345632  
## Epoca: 12 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.958464045568792  
## Epoca: 13 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.955851779256586  
## Epoca: 14 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.953245224931337  
## Epoca: 15 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.950644418301546  
## Epoca: 16 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.948049394271675  
## Epoca: 17 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.945460186951802  
## Epoca: 18 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.942876829667166  
## Epoca: 19 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.940299354967594  
## Epoca: 20 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.937727794636819  
## Epoca: 21 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.935162179701685  
## Epoca: 22 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.932602540441243  
## Epoca: 23 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.930048906395745  
## Epoca: 24 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.92750130637553  
## Epoca: 25 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.924959768469808  
## Epoca: 26 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.922424320055344  
## Epoca: 27 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.919894987805046  
## Epoca: 28 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.917371797696448  
## Epoca: 29 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.914854775020109  
## Epoca: 30 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.91234394438791  
## Epoca: 31 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.909839329741259  
## Epoca: 32 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.907340954359215  
## Epoca: 33 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.90484884086651  
## Epoca: 34 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.902363011241498  
## Epoca: 35 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.899883486824005  
## Epoca: 36 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.897410288323104  
## Epoca: 37 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.894943435824807  
## Epoca: 38 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.892482948799669  
## Epoca: 39 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.890028846110321  
## Epoca: 40 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.887581146018918  
## Epoca: 41 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.885139866194512  
## Epoca: 42 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.882705023720353  
## Epoca: 43 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.880276635101105  
## Epoca: 44 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.87785471627  
## Epoca: 45 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.875439282595915  
## Epoca: 46 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.873030348890374  
## Epoca: 47 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.87062792941449  
## Epoca: 48 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.868232037885823  
## Epoca: 49 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.865842687485188  
## Epoca: 50 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.863459890863379  
## Epoca: 51 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.861083660147842  
## Epoca: 52 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.858714006949271  
## Epoca: 53 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.856350942368146  
## Epoca: 54 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.85399447700121  
## Epoca: 55 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.851644620947876  
## Epoca: 56 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.849301383816581  
## Epoca: 57 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.846964774731075  
## Epoca: 58 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.844634802336649  
## Epoca: 59 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.842311474806308  
## Epoca: 60 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.839994799846885  
## Epoca: 61 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.837684784705091

## Epoca: 62 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.835381436173521  
 ## Epoca: 63 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.833084760596589  
 ## Epoca: 64 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.830794763876422  
 ## Epoca: 65 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.828511451478687  
 ## Epoca: 66 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.82623482843837  
 ## Epoca: 67 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.823964899365503  
 ## Epoca: 68 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.821701668450836  
 ## Epoca: 69 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.819445139471452  
 ## Epoca: 70 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.817195315796339  
 ## Epoca: 71 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.814952200391903  
 ## Epoca: 72 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.812715795827437  
 ## Epoca: 73 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.810486104280534  
 ## Epoca: 74 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.808263127542453  
 ## Epoca: 75 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.806046867023438  
 ## Epoca: 76 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.803837323757981  
 ## Epoca: 77 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.801634498410046  
 ## Epoca: 78 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.799438391278239  
 ## Epoca: 79 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.79724900230093  
 ## Epoca: 80 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.795066331061334  
 ## Epoca: 81 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.792890376792541  
 ## Epoca: 82 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.790721138382498  
 ## Epoca: 83 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.788558614378949  
 ## Epoca: 84 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.78640280299433  
 ## Epoca: 85 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.784253702110614  
 ## Epoca: 86 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.782111309284117  
 ## Epoca: 87 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.779975621750258  
 ## Epoca: 88 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.777846636428269  
 ## Epoca: 89 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.775724349925874  
 ## Epoca: 90 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.773608758543913  
 ## Epoca: 91 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.771499858280926  
 ## Epoca: 92 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.769397644837698  
 ## Epoca: 93 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.767302113621761  
 ## Epoca: 94 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.765213259751845  
 ## Epoca: 95 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.763131078062303  
 ## Epoca: 96 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.76105556310748  
 ## Epoca: 97 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.758986709166047  
 ## Epoca: 98 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.756924510245297  
 ## Epoca: 99 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.754868960085392  
 ## Epoca: 100 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.752820052163581  
 ## Epoca: 101 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.750777779698362  
 ## Epoca: 102 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.748742135653624  
 ## Epoca: 103 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.746713112742731  
 ## Epoca: 104 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.744690703432578  
 ## Epoca: 105 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.742674899947601  
 ## Epoca: 106 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.740665694273758  
 ## Epoca: 107 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.738663078162458  
 ## Epoca: 108 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.73666704313446  
 ## Epoca: 109 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.734677580483735  
 ## Epoca: 110 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.732694681281283  
 ## Epoca: 111 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.730718336378921  
 ## Epoca: 112 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.728748536413024  
 ## Epoca: 113 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.726785271808239  
 ## Epoca: 114 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.724828532781152  
 ## Epoca: 115 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.722878309343924

## Epoca: 116 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.720934591307893  
 ## Epoca: 117 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.71899736828713  
 ## Epoca: 118 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.717066629701969  
 ## Epoca: 119 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.715142364782495  
 ## Epoca: 120 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.713224562571996  
 ## Epoca: 121 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.711313211930388  
 ## Epoca: 122 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.709408301537589  
 ## Epoca: 123 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.707509819896876  
 ## Epoca: 124 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.705617755338191  
 ## Epoca: 125 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.703732096021424  
 ## Epoca: 126 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.701852829939654  
 ## Epoca: 127 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.69997994492236  
 ## Epoca: 128 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.698113428638598  
 ## Epoca: 129 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.696253268600141  
 ## Epoca: 130 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.694399452164586  
 ## Epoca: 131 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.692551966538431  
 ## Epoca: 132 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.690710798780117  
 ## Epoca: 133 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.688875935803033  
 ## Epoca: 134 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.687047364378494  
 ## Epoca: 135 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.685225071138683  
 ## Epoca: 136 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.683409042579563  
 ## Epoca: 137 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.681599265063753  
 ## Epoca: 138 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.679795724823375  
 ## Epoca: 139 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.67799840796287  
 ## Epoca: 140 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.67620730046178  
 ## Epoca: 141 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.674422388177496  
 ## Epoca: 142 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.672643656847984  
 ## Epoca: 143 - Tasa: 0.64 - Error: 0.670871092094471  
 ## Epoca: 144 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.669104679424103  
 ## Epoca: 145 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.667344404232573  
 ## Epoca: 146 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.66559025180672  
 ## Epoca: 147 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.663842207327096  
 ## Epoca: 148 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.662100255870499  
 ## Epoca: 149 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.660364382412489  
 ## Epoca: 150 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.658634571829857  
 ## Epoca: 151 - Tasa: 0.72 - Error: 0.656910808903078  
 ## Epoca: 152 - Tasa: 0.72 - Error: 0.65519307831873  
 ## Epoca: 153 - Tasa: 0.76 - Error: 0.653481364671884  
 ## Epoca: 154 - Tasa: 0.76 - Error: 0.651775652468466  
 ## Epoca: 155 - Tasa: 0.76 - Error: 0.650075926127589  
 ## Epoca: 156 - Tasa: 0.773333333333333 - Error: 0.648382169983858  
 ## Epoca: 157 - Tasa: 0.773333333333333 - Error: 0.646694368289649  
 ## Epoca: 158 - Tasa: 0.773333333333333 - Error: 0.645012505217353  
 ## Epoca: 159 - Tasa: 0.786666666666667 - Error: 0.643336564861601  
 ## Epoca: 160 - Tasa: 0.84 - Error: 0.641666531241456  
 ## Epoca: 161 - Tasa: 0.84 - Error: 0.640002388302578  
 ## Epoca: 162 - Tasa: 0.84 - Error: 0.638344119919365  
 ## Epoca: 163 - Tasa: 0.84 - Error: 0.636691709897061  
 ## Epoca: 164 - Tasa: 0.84 - Error: 0.635045141973846  
 ## Epoca: 165 - Tasa: 0.84 - Error: 0.633404399822894  
 ## Epoca: 166 - Tasa: 0.84 - Error: 0.6317694670544  
 ## Epoca: 167 - Tasa: 0.84 - Error: 0.630140327217595  
 ## Epoca: 168 - Tasa: 0.84 - Error: 0.62851696380272  
 ## Epoca: 169 - Tasa: 0.84 - Error: 0.626899360242981

```
## Epoca: 170 - Tasa: 0.846666666666667 - Error: 0.625287499916482
## Epoca: 171 - Tasa: 0.873333333333333 - Error: 0.623681366148127
## Epoca: 172 - Tasa: 0.873333333333333 - Error: 0.622080942211497
## Epoca: 173 - Tasa: 0.9 - Error: 0.620486211330707
## Epoca: 174 - Tasa: 0.9 - Error: 0.618897156682233
## Epoca: 175 - Tasa: 0.9 - Error: 0.617313761396719
## Epoca: 176 - Tasa: 0.9 - Error: 0.615736008560756
## Epoca: 177 - Tasa: 0.9 - Error: 0.61416388121864
## Epoca: 178 - Tasa: 0.9 - Error: 0.6125973623741
## Epoca: 179 - Tasa: 0.9 - Error: 0.611036434992016
## Epoca: 180 - Tasa: 0.906666666666667 - Error: 0.609481082000094
```

- Prueba con datos

```
salida_2 <- aplicarRedRBF(modeloRBF_2, datos_x, datos_y)
salida_2$tasa
```

```
## [1] 0.7133333
```

```
head(salida_2$salida)
```

```
##      1  1  1
## 1 -1 -1  1
## 2 -1 -1  1
## 3  1 -1 -1
## 4 -1 -1  1
## 5  1 -1 -1
## 6  1 -1 -1
```

## Ejercicio 2

- Lectura de datos

```
merval <- read_csv("../..PUBLICO/Encuentro 3/Práctica/data/merval.csv", col_names = FALSE)
```

- Preprocesamiento de los datos

Generamos un dataset que contenga seis valores consecutivos en cada registro, cinco tomados como datos de entrada y un sexto valor tomado como clase.

```
cantidadDatos <- nrow(merval)
datos_merval <- matrix(0,nrow = cantidadDatos-5, ncol = 6)

for (i in seq(1,cantidadDatos-5)) {
  datos_merval[i,] <- merval$X1[seq(i,i+5)]
}

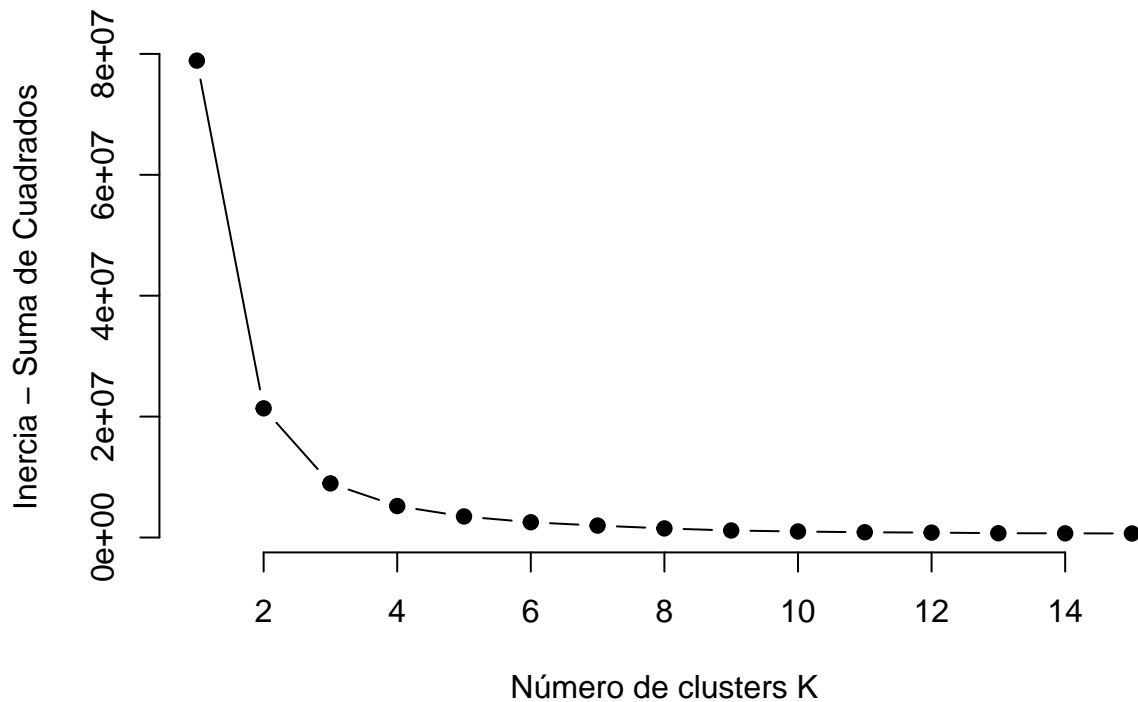
datos_x <- datos_merval[,c(1,2,3,4,5)] %>% as.matrix()
datos_y <- datos_merval[,6] %>% as.matrix()

# Primeros seis registros del dataset
head(datos_merval)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]
## [1,] 215  212  229  253  254  235
## [2,] 212  229  253  254  235  239
## [3,] 229  253  254  235  239  241
## [4,] 253  254  235  239  241  252
## [5,] 254  235  239  241  252  253
## [6,] 235  239  241  252  253  257
```

Antes de generar el modelo, tenemos que definir el número de gaussianas. Utilizamos la gráfica de Elbow para definir el k a utilizar en el modelo.

```
set.seed(123)
wss <- function(k) {
  kmeans(datos_x, k, nstart = 10)$tot.withinss
}
# Valores de k = 1 a k = 15
k.values <- 1:15
wss_values <- map_dbl(k.values, wss)
plot(k.values, wss_values,
     type="b", pch = 19, frame = FALSE,
     xlab="Número de clusters K",
     ylab="Inercia - Suma de Cuadrados")
```



Mirando la gráfica anterior tomamos un valor de  $k = 4$ , es donde la gráfica hace el codo y queda aproximadamente constante.

- Normalizamos los datos.

```
maximo <- 0
for (i in seq(1,ncol(datos_x))) {
  if (max(datos_x[,i]) > maximo) {maximo <- max(datos_x[,i])}
}
if (max(datos_y) > maximo) {maximo <- max(datos_y)}

datos_x <- datos_x / maximo
datos_y <- datos_y / maximo
```

- Dividimos los datos en Train y Test, utilizando un 70% para entrenamiento.

```
merval7030 <- generarParticionPorID(as.data.frame(datos_merval), porcEntrenamiento = 0.7,
                                   semilla = 1, clase = "V6")
```

- Generamos el modelo con los datos de entrenamiento.

```
if (calcular) {
modeloMerval70 <- redRBF(datos_x[merval7030$trn,], (datos_y[merval7030$trn,] %>% as.matrix()),
                        nroGaussianas = 4, funcion = "lineal", pnu = 0.01, pepoca = 200000,
                        pcritFinalizacion = 0.95, ptolerencia = 0.1)
}
```

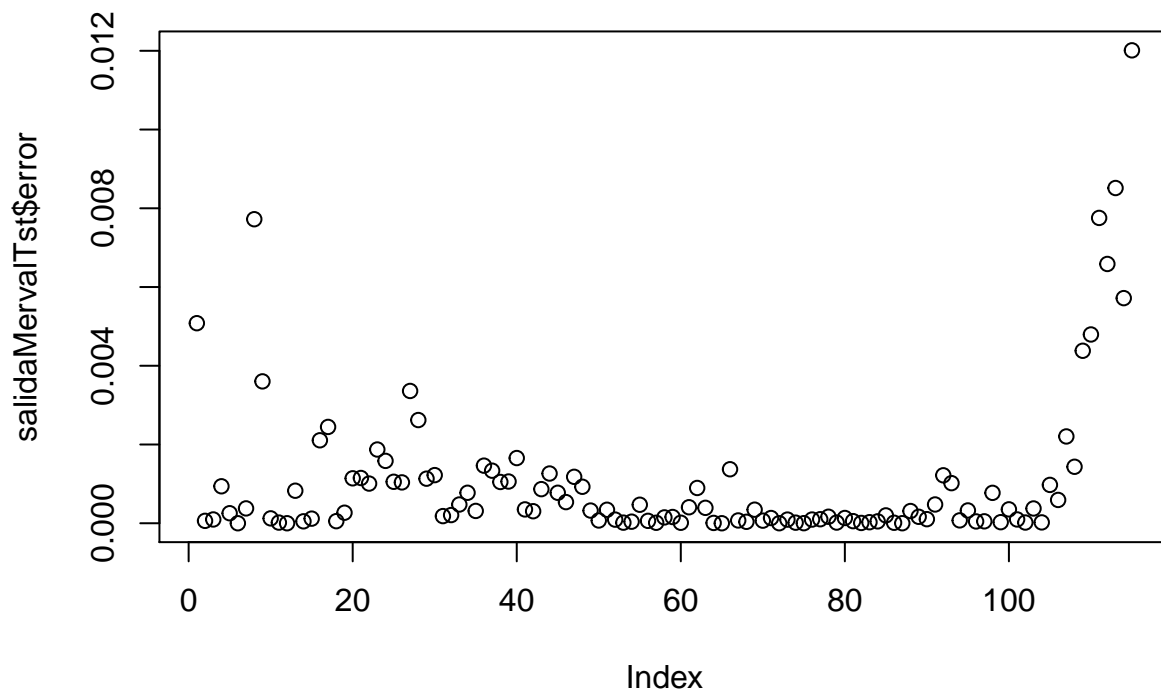
- Aplicamos el modelo a los datos de Train y Test

```
salidaMervalTrn <- aplicarRedRBF(modeloMerval70, datos_x[merval7030$trn,],
                                (datos_y[merval7030$trn,] %>% as.matrix()))
salidaMervalTst <- aplicarRedRBF(modeloMerval70, datos_x[merval7030$tst,],
                                (datos_y[merval7030$tst,] %>% as.matrix()))
```

- Grafica de error en Test

```
#Grafica de error en cada registro
plot(salidaMervalTst$error)
```





```
#Error cuadrático medio
errorMedio <- sum(salidaMervalTst$error) / length(salidaMervalTst$error)
errorMedio
```

```
## [1] 0.001068555
```

- Generamos el modelo a aplicar para realizar las predicciones con todos los datos.

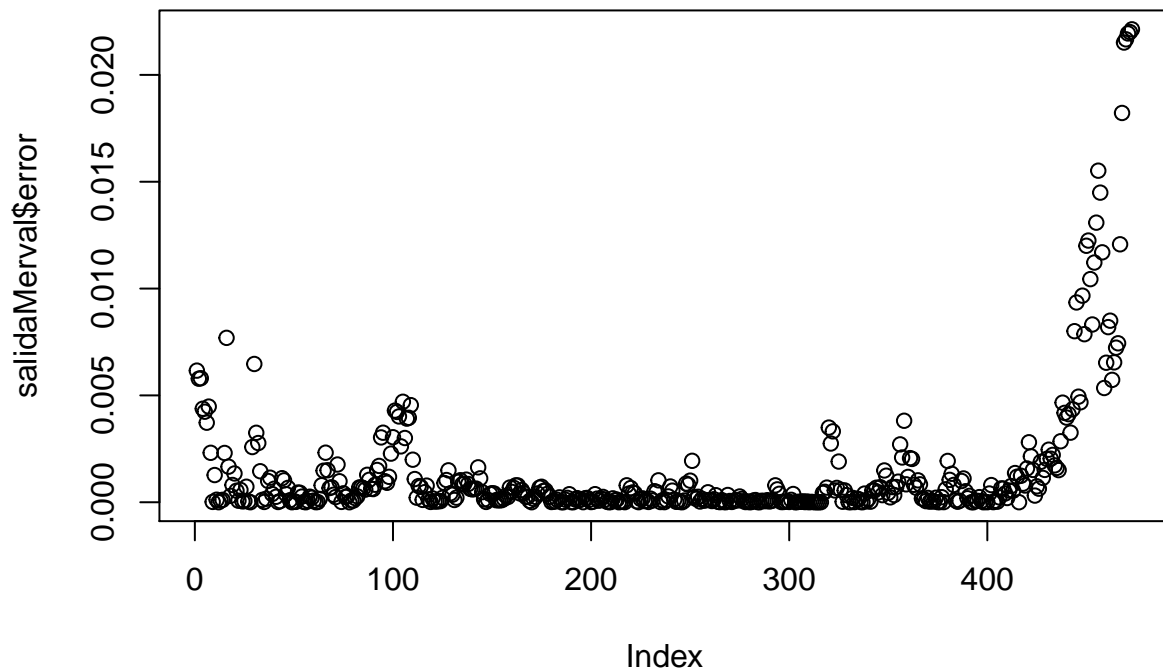
```
# Generamos el modelo
if (calcular) {
  modeloMerval <- redRBF(datos_x, datos_y, nroGaussianas = 4, funcion = "lineal", puno = 0.01,
    pepoca = 200000, pcritFinalizacion = 0.95, ptolerencia = 0.1)
}
```

Aplicamos el modelo a los mismos datos de entrenamiento para graficar error en train.

```
salidaMerval <- aplicarRedRBF(modeloMerval, datos_x, datos_y)
```

Grafica de error

```
#Grafica de error en cada registro
plot(salidaMerval$error)
```

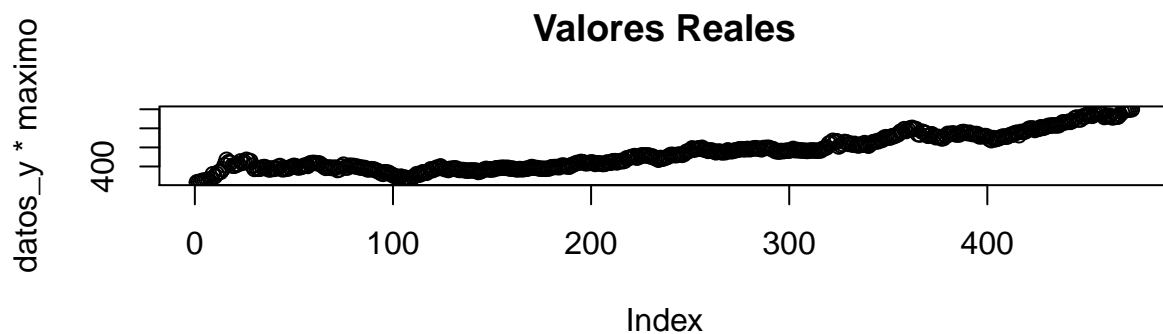
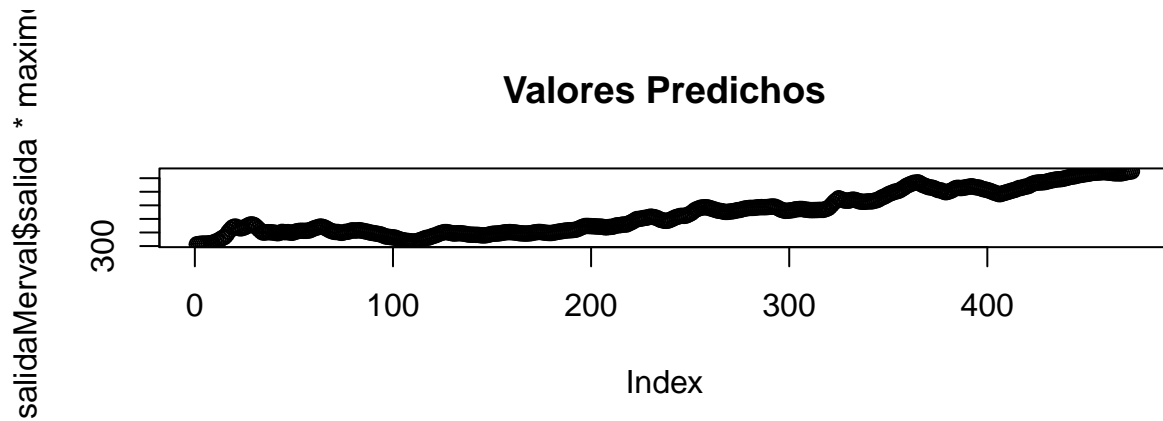


```
#Error cuadrático medio
errorMedio <- sum(salidaMerval$error) / length(salidaMerval$error)
errorMedio
```

```
## [1] 0.001437009
```

- Gráfica del valor predicho y el valor real

```
par(mfrow=c(2,1))
plot(salidaMerval$salida * maximo, main = "Valores Predichos")
plot(datos_y * maximo, main = "Valores Reales")
```



- Predecimos un nuevo valor

Tomamos los últimos 5 valores del dataset y predecimos cual será el próximo valor.

```
ultimosDatos <- (merval[seq(nrow(merval)-4,nrow(merval)),] / maximo) %>% as.matrix()
ultimosDatos <- t(ultimosDatos)
ultimosDatos <- rbind(ultimosDatos,ultimosDatos) %>% as.matrix()
#usamos dos registros por el tipo de datos.
salidaUno <- as.matrix(c(1,1))
salidaMervalNew <- aplicarRedRBF(modeloMerval, ultimosDatos, salidaUno)
#Nuevo valor predicho
salidaMervalNew$salida[1] * maximo
```

```
##          X1
## 851.0265
```

```
# Guardamos los modelos generados
if (calcular) {
save(modeloMerval, modeloMerval70,file = "resultadosG2.RData")
}
```

## Ejercicio 3

- Lectura de datos

```

circulo <- read_csv("../PUBLICO/Encuentro 3/Práctica/data/circulo.csv", col_names = FALSE)
te <- read_csv("../PUBLICO/Encuentro 3/Práctica/data/te.csv", col_names = FALSE)

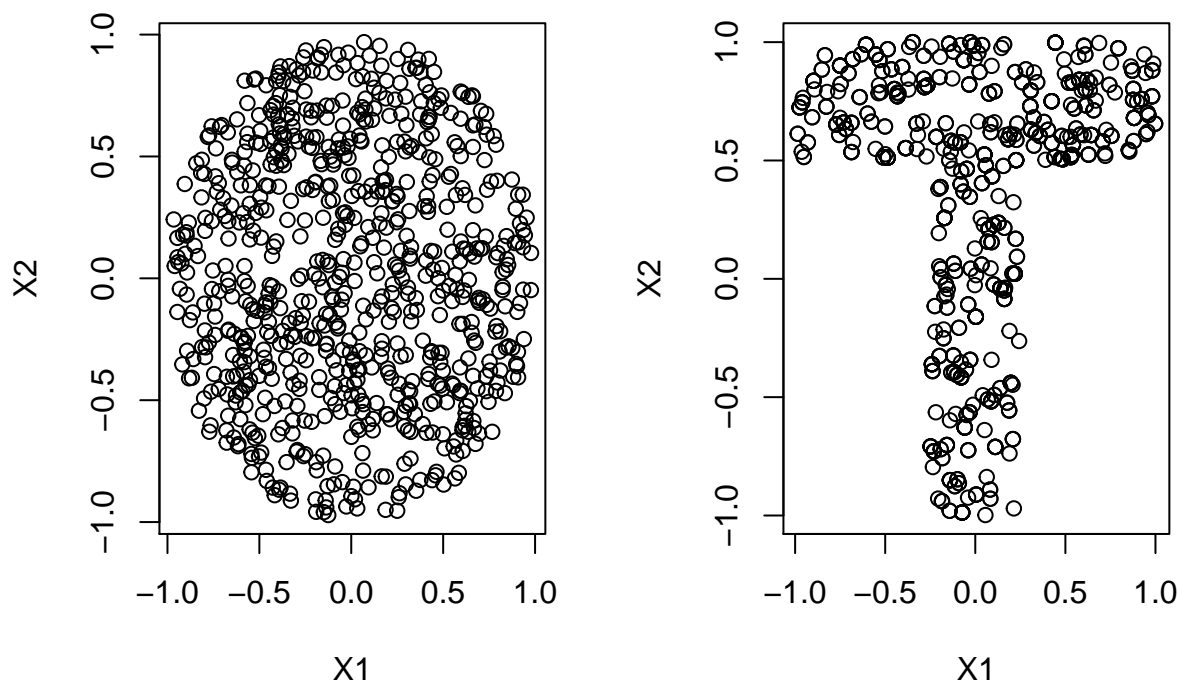
```

- Graficamos los datos de entrada

```

par(mfrow=c(1,2))
plot(circulo)
plot(te)

```



- Inicialización de Grilla SOM

Implementamos una función con dos casos, una red cuadrada y una red lineal.

```

# Definimos la cantidad de nodos.
# El parámetro es la cantidad de nodos a lo ancho/largo de la grilla

inicializarGrilla <- function(cantidadNodos, forma = "cuadrada") {
  if(forma == "cuadrada") {
    # Defino conexiones entre puntos
    g <- make_lattice( c(cantidadNodos,cantidadNodos) )
    # Defino la ubicación de los puntos en el gráfico
    # Se distribuyen en un cuadrado de 1 por 1 para trabajar con datos normalizados.
    miLayout <- c(rep(seq(0,cantidadNodos-1),cantidadNodos))
    for (i in seq(0,cantidadNodos-1)) {

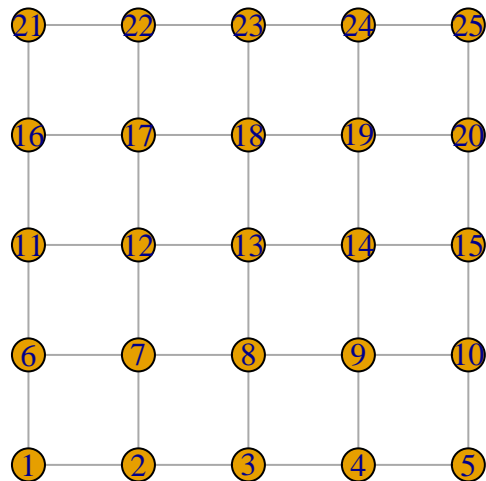
```

```

    miLayout <- c(miLayout,rep(i,cantidadNodos))
  }
  miLayout <- matrix(miLayout, ncol = 2, nrow = cantidadNodos * cantidadNodos)
  miLayout <- ((miLayout / cantidadNodos) * 2) - 1
  # Generamos el gráfico
  plot(g, layout=miLayout)
}
if(forma == "lineal") {
  # Defino conexiones entre puntos
  g <- make_lattice( c(cantidadNodos) )
  # Defino la ubicación de los puntos en el gráfico
  # Se distribuyen en un cuadrado de 1 por 1 para trabajar con datos normalizados.
  miLayout <- c(seq(0,cantidadNodos-1),rep(0,cantidadNodos))
  miLayout <- matrix(miLayout, ncol = 2, nrow = cantidadNodos)
  miLayout[,1] <- ((miLayout / cantidadNodos) * 2)[,1] - 1
  # Generamos el gráfico
  plot(g, layout=miLayout)
}
return(list(miLayout = miLayout, g = g))
}

cantidadNodos <- 5
grillaSOM <- inicializarGrilla(cantidadNodos, forma = "cuadrada")

```



```
g      <- grillaSOM$g
miLayout <- grillaSOM$miLayout
```

- Función de vecindad

Implementamos una función vecindad. Devuelve los ID de los vecinos de un nodo en un entorno cuadrado.

```
vecindad <- function(nodo, g, entorno = 1) {
  vecinos <- which(g[nodo]==1)
  if(entorno > 1) {
    for (n in seq(1,entorno-1)) {
      vecinosAux <- which(apply(g[vecinos] %>% as.matrix(), 2, sum) != 0)
      vecinos <- unique(c(vecinos,vecinosAux))
    }
  }
  vecinos = unique(c(vecinos,nodo))
  return(vecinos)
}

#vecindad(nodo = 45, g, entorno = 2)
```

- Entrenamiento de la res SOM - Circulo

Implementamos la función de entrenamiento para redes SOM, y se la utiliza en el caso del Circulo.

La función dentro tiene tres etapas, - Ordenamiento topológico o global - Transición - Ajuste fino

La vecindad para el ajuste de los pesos decrece en forma lineal hasta 1 y la tasa de aprendizaje decrece linealmente hasta 0,05.

```
entrenamientoSOM <- function(datos, nu = 0.9, cantidadEpocas = 100, g, miLayout,
                             cantidadNodos, entorno, criterioSalida = 0.001) {
  cantidadDatos <- nrow(datos)
  graficas <- list()
  # 1) Ordenamiento topológico o global
  for (e in seq(1,cantidadEpocas)) {
    #Hacemos un for para recorrer todos los datos de entrada
    miLayoutAux <- miLayout
    for (i in seq(1,cantidadDatos)) {
      # para cada valor recorremos la red SOM y buscamos la distancia menor
      aux_1 <- (datos[i,1] %>% as.numeric()) - miLayout[,1]
      aux_2 <- (datos[i,2] %>% as.numeric()) - miLayout[,2]
      aux_1 <- (aux_1)^2
      aux_2 <- (aux_2)^2
      aux2 <- sqrt( aux_1 + aux_2 )
      distMenor <- min(aux2)
      nodoGanador <- which(aux2 == min(aux2))[1]

      #ajustar los pesos de la neurona ganadora y las neuronas vecinas
      # 1) Ordenamiento topológico o global
      if(e < cantidadEpocas/15) {
        vecinos <- vecindad(nodo = nodoGanador, g, entorno = entorno)
        for (k in vecinos) {
```

```

        miLayout[k,] <- (miLayout[k,] + nu * (datos[i,] - miLayout[k,])) %>% as.numeric()
    }
} else {
    # 2) Transicion
    if(e < (10*cantidadEpocas/15)) {
        vecinos <- vecindad(nodo = nodoGanador, g, entorno = entorno)
        for (k in vecinos) {
            miLayout[k,] <- (miLayout[k,] + nu * (datos[i,] - miLayout[k,])) %>% as.numeric()
        }
        entorno <- max(entorno - 1, 1)
        nu <- max(nu - 0.05, 0.05)
    } else {
        # 3) Ajuste fino
        nu <- 0.05
        entorno <- 1
        vecinos <- vecindad(nodo = nodoGanador, g, entorno = entorno)
        for (k in vecinos) {
            miLayout[k,] <- (miLayout[k,] + nu * (datos[i,] - miLayout[k,])) %>% as.numeric()
        }
    }
}
}

# if(((e%5)==0)|e==1|e==2) { #hacemos un dibujo cada 5 épocas
if(TRUE) { #hacemos un dibujo cada época
    plot(g, layout=miLayout)
    print("Epoca")
    print(e)
    graficas[[e]] <- list(g=g,miLayout=miLayout)
}

# Controlo si hay diferencias significativas con la época anterior.
# sinDiferencia <- TRUE
# for (j in seq(1,cantidadNodos * cantidadNodos)) {
#     # buscar menor distancia
#     aux <- (miLayoutAux[j,] - miLayout[j,])^2
#     aux2 <- sqrt( aux[1] + aux[2] )
#     if(aux2 > criterioSalida) {
#         sinDiferencia <- FALSE
#         break
#     }
# }
# }
# if(sinDiferencia) {
#     plot(g, layout=miLayout)
#     print("Epoca")
#     print(e)
#     graficas[[e]] <- recordPlot()
#     return(list(graficas = graficas, layout=miLayout, g=g, epocas = e))
# }
}
return(list(graficas = graficas, milayout=miLayout, g=g, epocas = e))
}

datos <- circulo

```

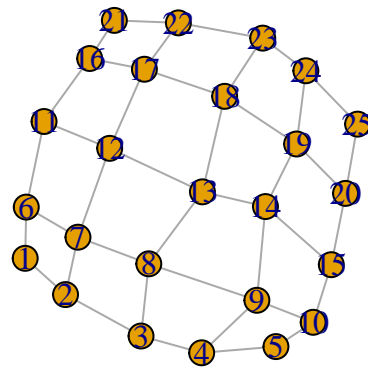
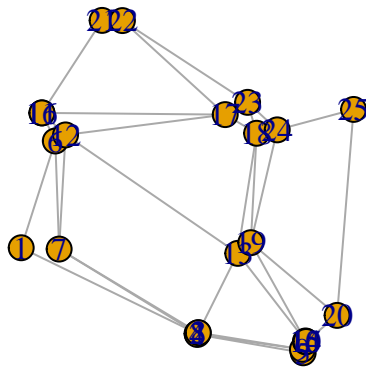
```

nu <- 0.4
cantidadEpocas <- 30
entorno <- 3

if (calcular) {
  modeloCirculo <- entrenamientoSOM(datos, nu, cantidadEpocas, g, miLayout,
                                     cantidadNodos, entorno)
}

# Graficas:
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloCirculo$graficas[[1]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[1]]$miLayout)
plot(modeloCirculo$graficas[[2]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[2]]$miLayout)

```

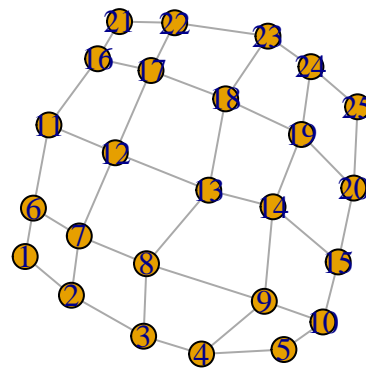
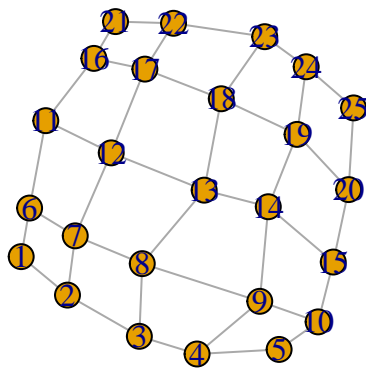


```

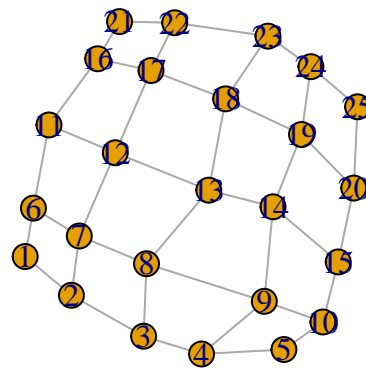
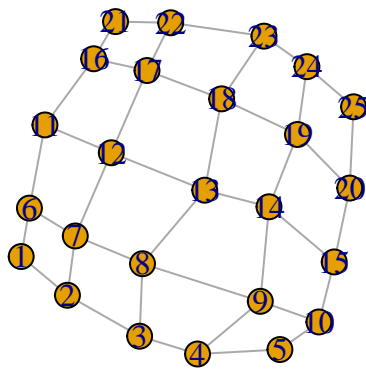
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloCirculo$graficas[[3]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[3]]$miLayout)
plot(modeloCirculo$graficas[[5]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[5]]$miLayout)

```

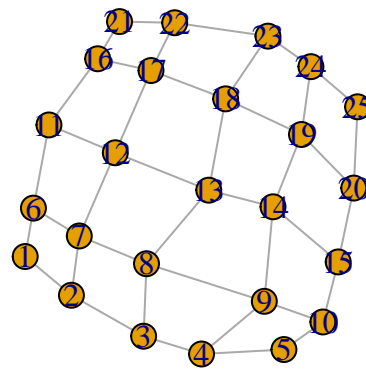
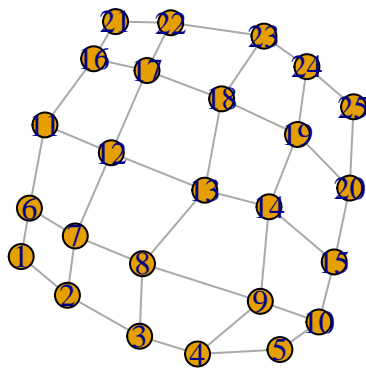




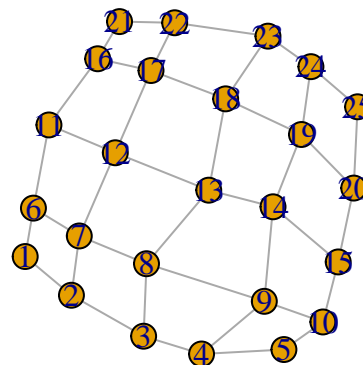
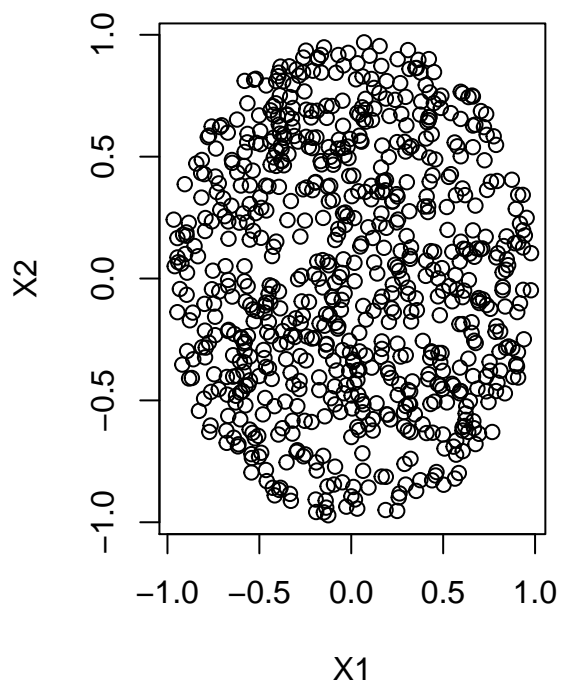
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloCirculo$graficas[[10]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[10]]$miLayout)
plot(modeloCirculo$graficas[[15]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[15]]$miLayout)
```



```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloCirculo$graficas[[20]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[20]]$miLayout)
plot(modeloCirculo$graficas[[25]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[25]]$miLayout)
```

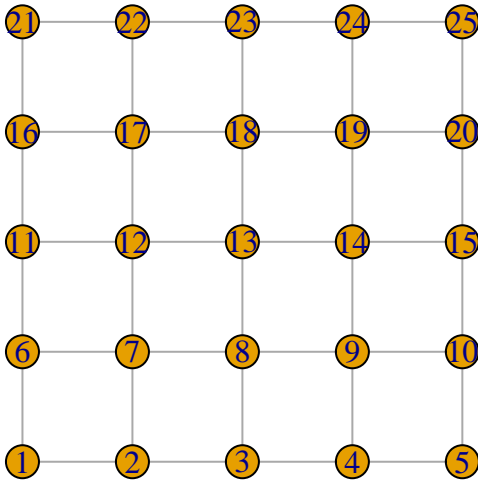


```
par(mfrow=c(1,2))
plot(circulo)
plot(modeloCirculo$graficas[[modeloCirculo$epocas]]$g,
      layout=modeloCirculo$graficas[[modeloCirculo$epocas]]$miLayout)
```



- Inicialización de Grilla SOM - Te

```
cantidadNodos <- 5
grillaSOM <- inicializarGrilla(cantidadNodos, forma = "cuadrada")
```



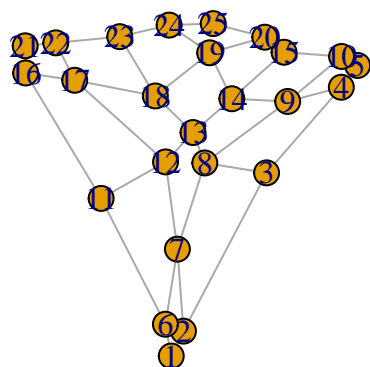
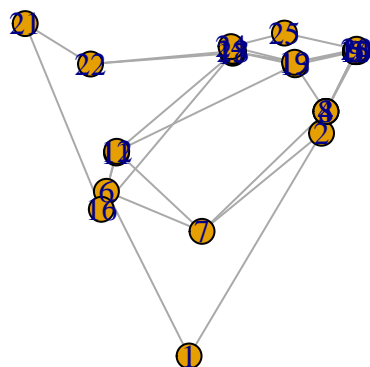
```
g      <- grillaSOM$g
miLayout <- grillaSOM$miLayout
```

- Entrenamiento de la res SOM - Te

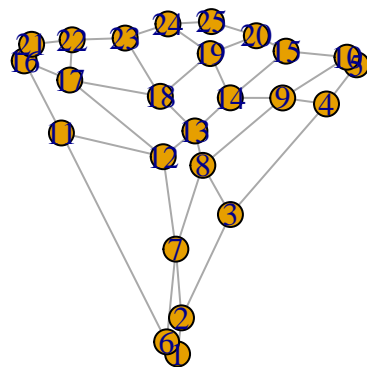
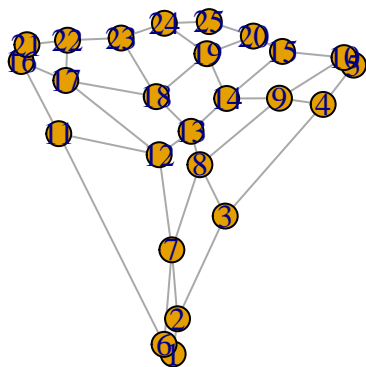
```
datos <- te
nu <- 0.4
cantidadEpocas <- 30
entorno <- 3

if (calcular) {
  modeloTe <- entrenamientoSOM(datos, nu, cantidadEpocas, g, miLayout,
                                cantidadNodos, entorno)
}

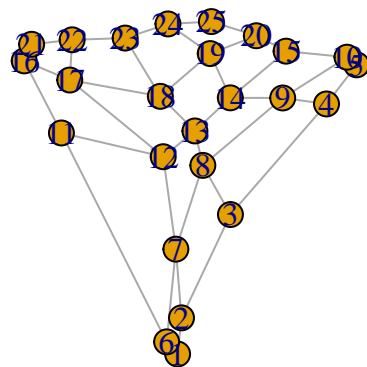
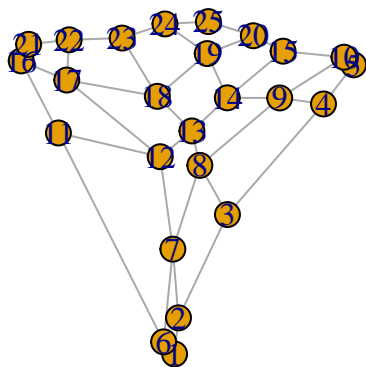
# Graficas:
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTe$graficas[[1]]$g, layout=modeloTe$graficas[[1]]$miLayout)
plot(modeloTe$graficas[[2]]$g, layout=modeloTe$graficas[[2]]$miLayout)
```



```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTe$graficas[[3]]$g, layout=modeloTe$graficas[[3]]$miLayout)
plot(modeloTe$graficas[[5]]$g, layout=modeloTe$graficas[[5]]$miLayout)
```

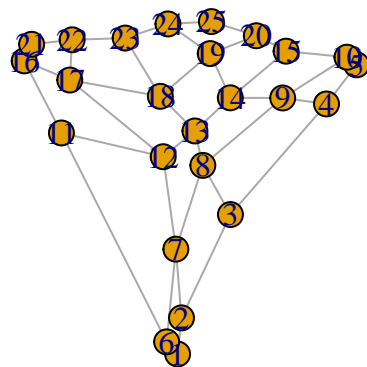
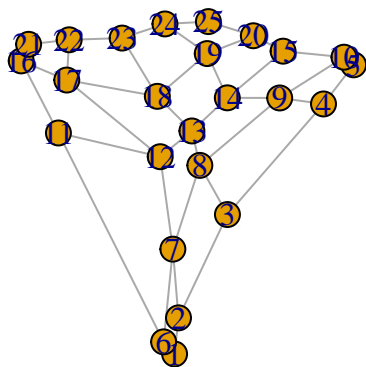


```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTe$graficas[[10]]$g, layout=modeloTe$graficas[[10]]$miLayout)
plot(modeloTe$graficas[[15]]$g, layout=modeloTe$graficas[[15]]$miLayout)
```

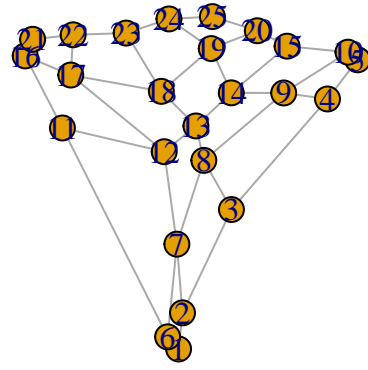
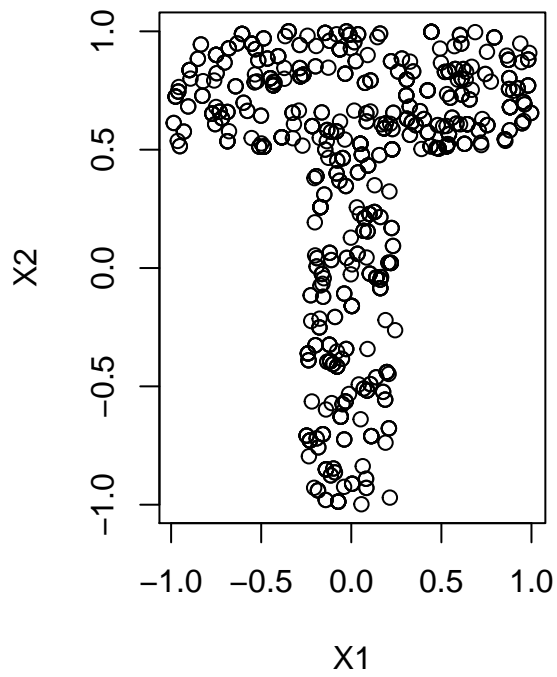


```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTe$graficas[[20]]$g, layout=modeloTe$graficas[[20]]$miLayout)
plot(modeloTe$graficas[[25]]$g, layout=modeloTe$graficas[[25]]$miLayout)
```





```
par(mfrow=c(1,2))
plot(te)
plot(modeloTe$graficas[[modeloTe$epocas]]$g,
      layout=modeloTe$graficas[[modeloTe$epocas]]$miLayout)
```



- Inicialización de Grilla SOM Unidimensional - Te

```
cantidadNodos <- 25
grillaSOM <- inicializarGrilla(cantidadNodos, forma = "lineal")
```



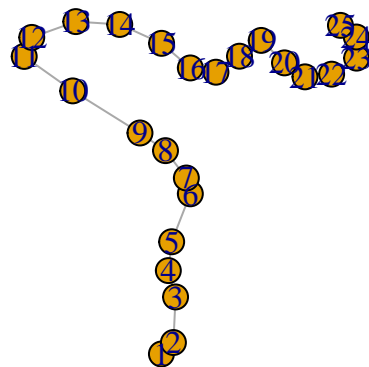
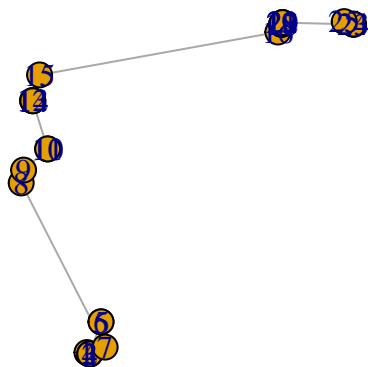
```
g      <- grillaSOM$g
miLayout <- grillaSOM$miLayout
```

- Entrenamiento de la res SOM Unidimensional - Te

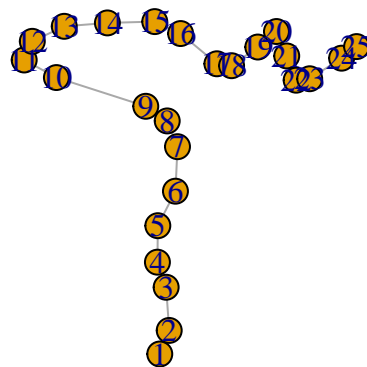
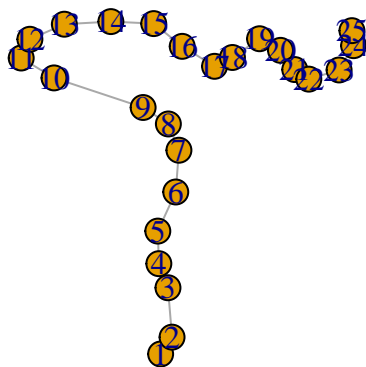
```
datos <- te
nu <- 0.4
cantidadEpocas <- 30
cantidadNodos <- 5
entorno <- 7

if (calcular) {
  modeloTeUni <- entrenamientoSOM(datos, nu, cantidadEpocas, g, miLayout,
                                   cantidadNodos, entorno)
}

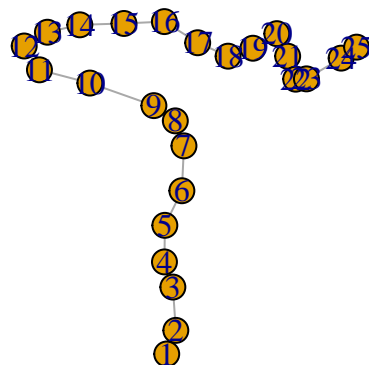
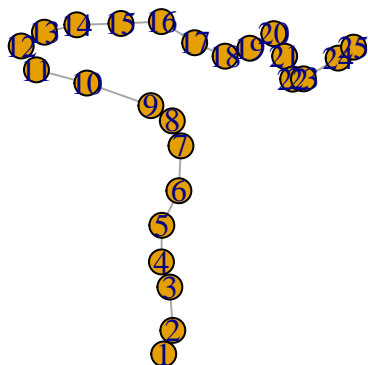
# Graficas:
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTeUni$graficas[[1]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[1]]$miLayout)
plot(modeloTeUni$graficas[[2]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[2]]$miLayout)
```



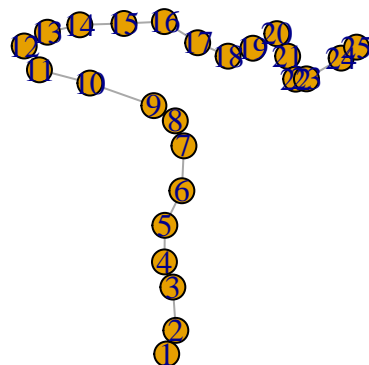
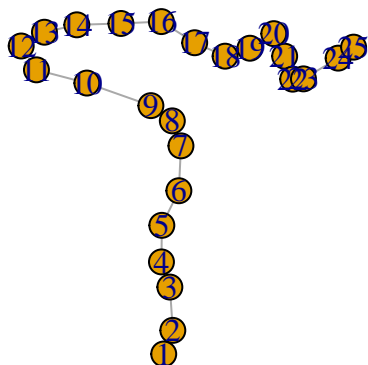
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTeUni$graficas[[3]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[3]]$miLayout)
plot(modeloTeUni$graficas[[5]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[5]]$miLayout)
```



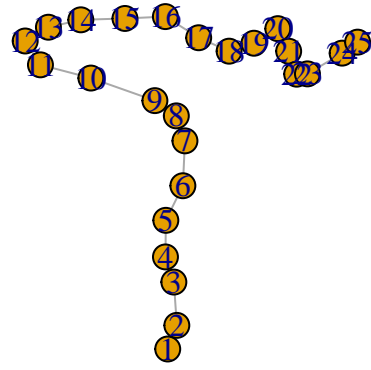
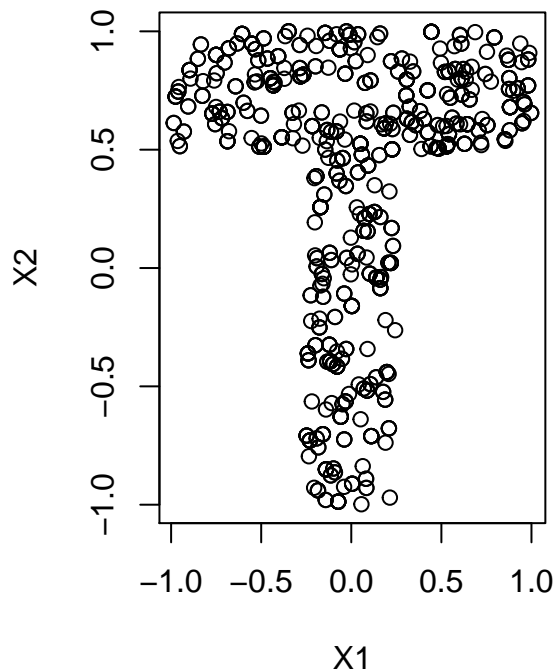
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTeUni$graficas[[10]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[10]]$miLayout)
plot(modeloTeUni$graficas[[15]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[15]]$miLayout)
```



```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTeUni$graficas[[20]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[20]]$miLayout)
plot(modeloTeUni$graficas[[25]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[25]]$miLayout)
```



```
par(mfrow=c(1,2))
plot(te)
plot(modeloTeUni$graficas[[modeloTeUni$epocas]]$g,
      layout=modeloTeUni$graficas[[modeloTeUni$epocas]]$miLayout)
```



Podemos observar que con la misma cantidad de neuronas, pero con la distribución lineal podemos obtener una red que se ubica por completo sobre los datos con el mismo entrenamiento.

## Ejercicio 4

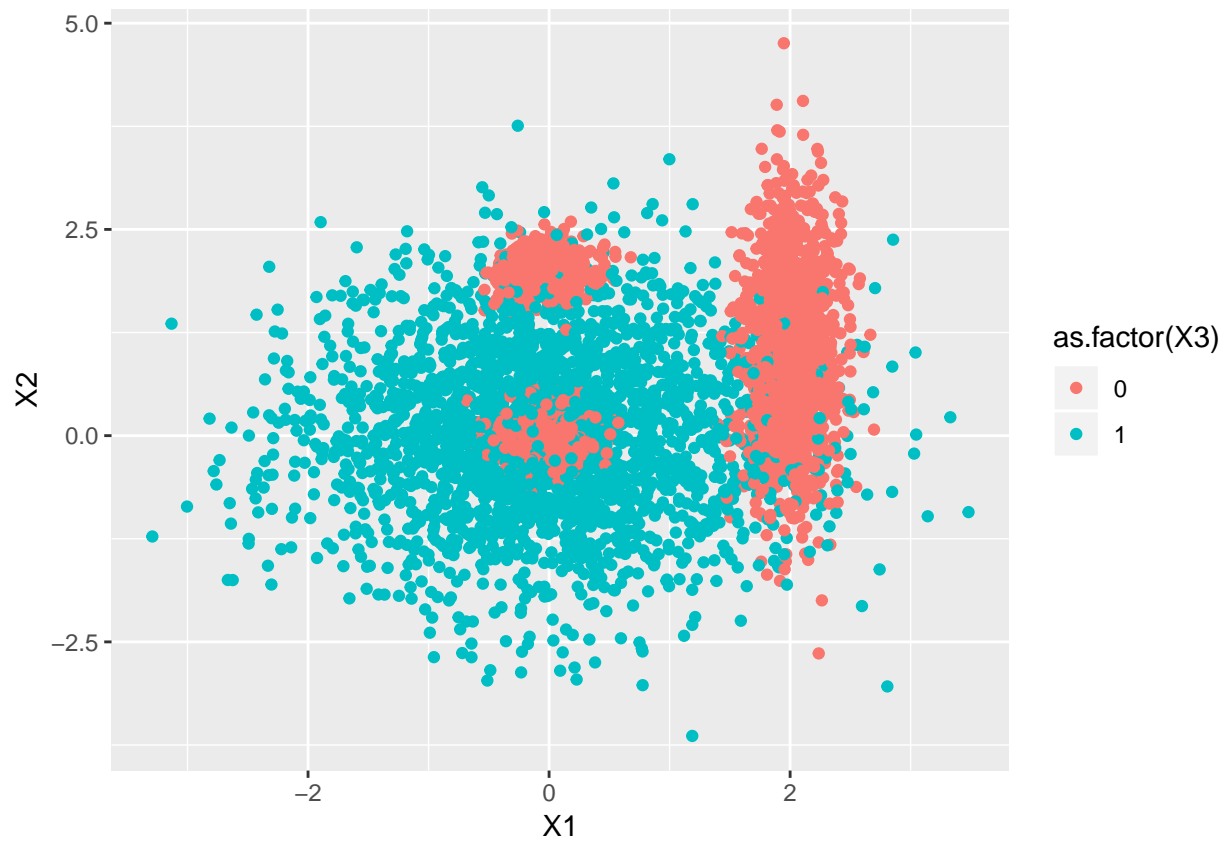
- Lectura de datos

```
clouds <- read_csv("../..PUBLICO/Encuentro 3/Práctica/data/clouds.csv", col_names = FALSE)
```

- Graficamos los datos de entrada

```
ggplot(data=clouds, aes(x=X1, y=X2,color=as.factor(X3)))+geom_point()
```

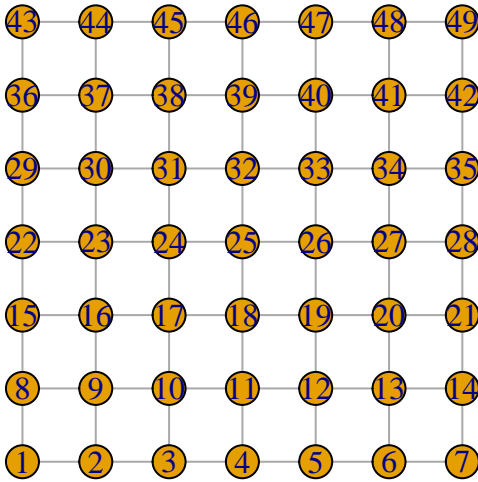




- Inicialización de Grilla SOM - Clouds

Generamos una grilla SOM de 49 nodos, con esto tenemos un nodo cada 100 patrones aproximadamente.

```
cantidadNodos <- 7  
grillaSOM <- inicializarGrilla(cantidadNodos, forma = "cuadrada")
```



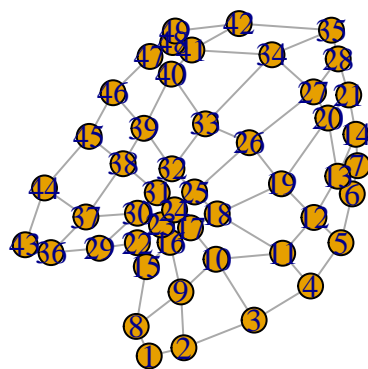
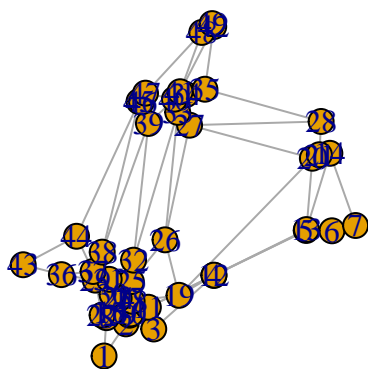
```
g      <- grillaSOM$g
miLayout <- grillaSOM$miLayout
```

- Entrenamiento de la res SOM - Clouds

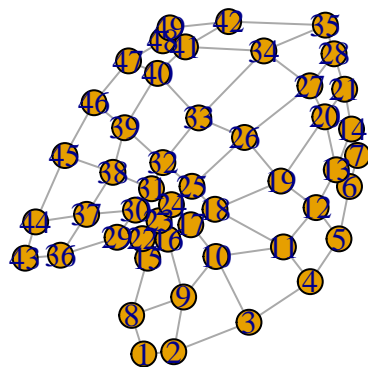
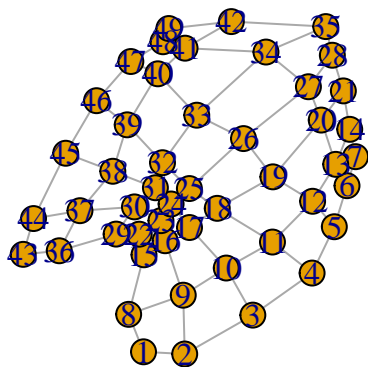
```
datos <- clouds[,c(1,2)]
nu <- 0.4
cantidadEpocas <- 30
cantidadNodos <- 7
entorno <- 3

if (calcular) {
  modeloClouds <- entrenamientoSOM(datos, nu, cantidadEpocas, g, miLayout,
                                    cantidadNodos, entorno)
}

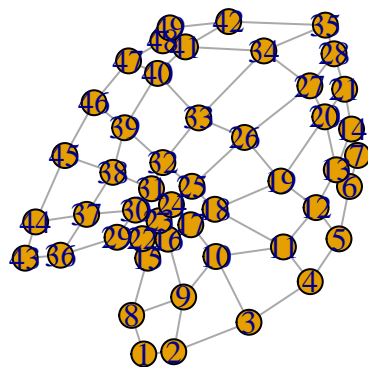
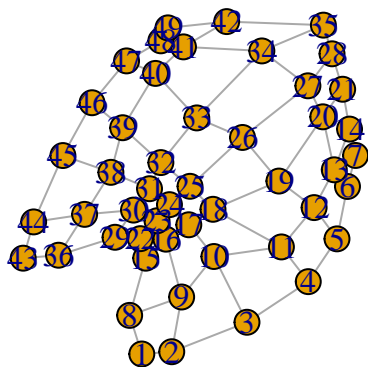
# Graficas:
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloClouds$graficas[[1]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[1]]$miLayout)
plot(modeloClouds$graficas[[2]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[2]]$miLayout)
```



```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloClouds$graficas[[3]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[3]]$miLayout)
plot(modeloClouds$graficas[[5]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[5]]$miLayout)
```



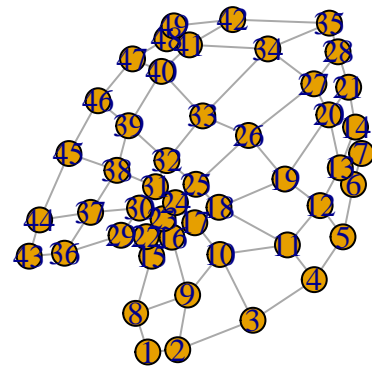
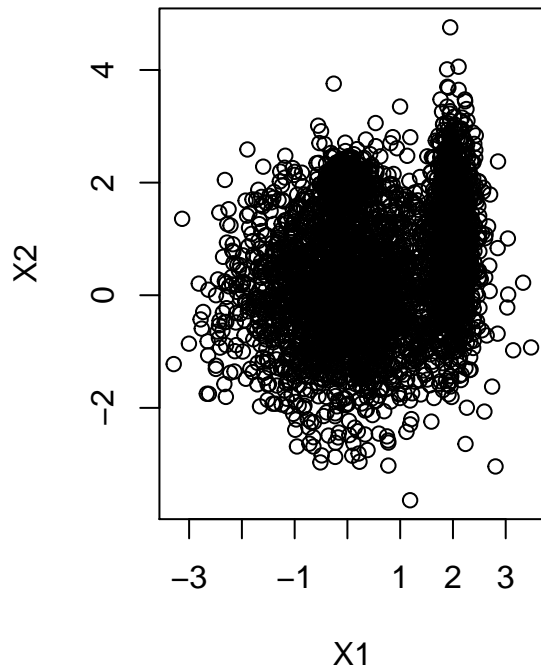
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloClouds$graficas[[10]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[10]]$miLayout)
plot(modeloClouds$graficas[[15]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[15]]$miLayout)
```



```

par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloClouds$graficas[[20]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[20]]$miLayout)
plot(modeloClouds$graficas[[25]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[25]]$miLayout)
par(mfrow=c(1,2))
plot(clouds[,c(1,2)])
plot(modeloClouds$graficas[[modeloClouds$epocas]]$g,
      layout=modeloClouds$graficas[[modeloClouds$epocas]]$miLayout)

```



- Etiquetado de neuronas

Para el etiquetado de neuronas, se evalúa la cantidad de patrones de cada clase en el entorno cercano de cada neurona. Se toma como entorno cercano un radio de la mitad de la distancia promedio de la neurona con sus vecinas.

```
clase <- 3 # defino columna de clase
claseResultadoRed <- array(0)
miLayout <- modeloClouds$miLayout
g <- modeloClouds$g

for (i in seq(1,cantidadNodos*cantidadNodos)) {
  # calculo la distancia media a sus vecinos para definir un entorno
  vecinos <- which(g[i]==1)
  aux_1 <- miLayout[vecinos,1] - miLayout[i,1]
  aux_2 <- miLayout[vecinos,2] - miLayout[i,2]
  aux_1 <- (aux_1)^2
  aux_2 <- (aux_2)^2
  aux2 <- sqrt( aux_1 + aux_2 )
  radio <- mean(aux2) / 2

  # se clasifica el nodo con la categoría que más se repita en el entorno
  acumuladores <- array(0)
  aux_1 <- datos[,1] - miLayout[i,1]
  aux_2 <- datos[,2] - miLayout[i,2]
```

```

aux_1 <- (aux_1)^2
aux_2 <- (aux_2)^2
aux2 <- sqrt( aux_1 + aux_2 )
if(length(which(clouds[which(aux2 < radio),clase]==0)) >
  length(which(clouds[which(aux2 < radio),clase]==1))) {
  claseResultadoRed[i] <- 0
} else {
  claseResultadoRed[i] <- 1
}
}

```

- Clasificación con red SOM

Se asigna como clase ganadora a cada patrón a la clase de la neurona más cercana.

```

#Ejemplo con un nuevo patrón
nuevoDato <- c(1,1)

#para el nuevo valor recorremos la red SOM y buscamos la distancia menor
aux <- (nuevoDato - miLayout[1,])^2
distMenor <- sqrt( aux[1] + aux[2] )
nodoGanador <- 1
for (j in seq(2,cantidadNodos)) {
  # buscar menor distancia
  aux <- (nuevoDato - miLayout[j,])^2
  aux2 <- sqrt( aux[1] + aux[2] )
  if(aux2 < distMenor) {
    distMenor <- aux2
    nodoGanador <- j
  }
}

#clase del dato nuevo
claseResultadoRed[nodoGanador]

```

```
## [1] 0
```

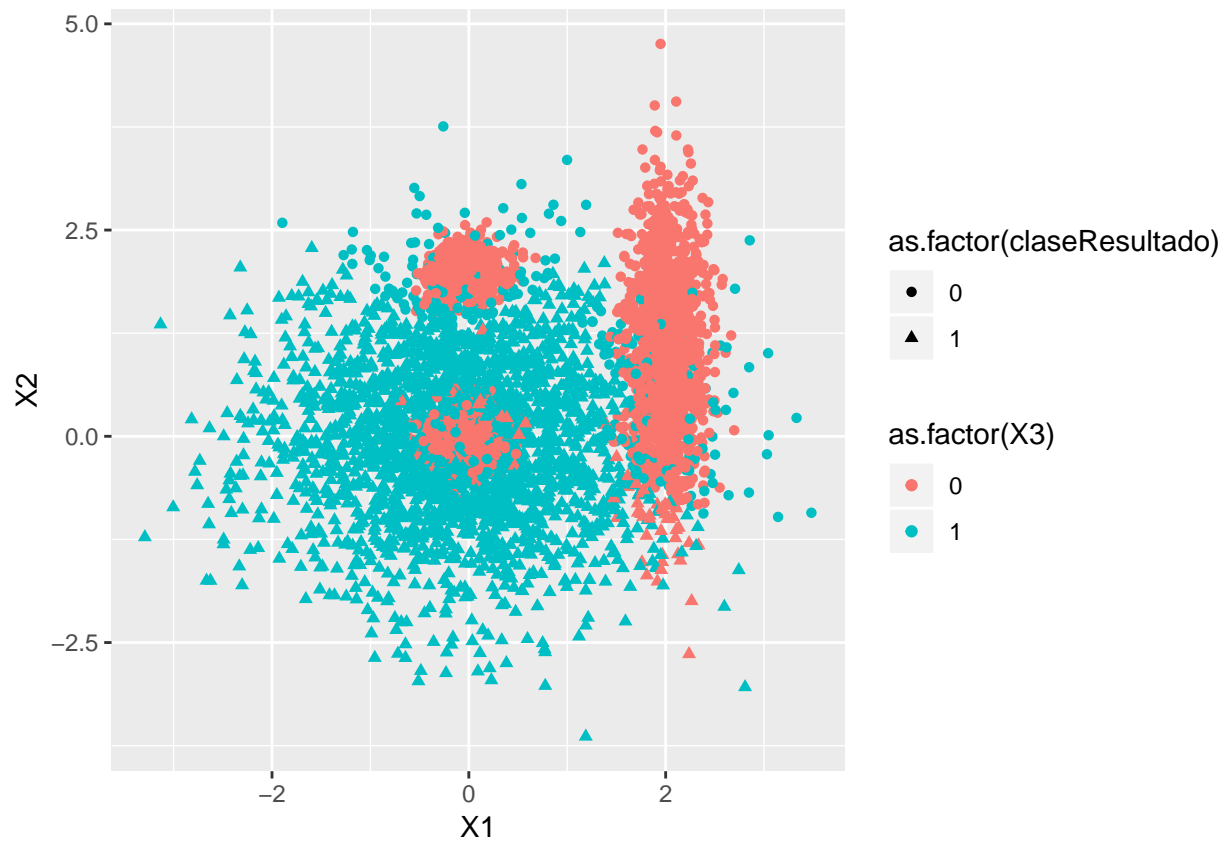
```

# Realizamos la clasificación para todos los patrones del dataset
claseResultado <- array(0)
for (i in seq(1,nrow(datos))) {
  aux_1 <- miLayout[,1] - (datos[i,1] %>% as.numeric())
  aux_2 <- miLayout[,2] - (datos[i,2] %>% as.numeric())
  aux_1 <- (aux_1)^2
  aux_2 <- (aux_2)^2
  distancias <- sqrt( aux_1 + aux_2 )
  claseResultado[i] <- claseResultadoRed[which(distancias == min(distancias))[1]]
}

```

- Visualizamos los puntos clasificados

```
ggplot(data=clouds, aes(x=X1, y=X2,color=as.factor(X3),
                        shape=as.factor(claseResultado)))+geom_point()
```



- Calculamos la tasa de aciertos

```
aciertos <- length(which(clouds[,clase] == claseResultado))
tasa <- aciertos / nrow(clouds)
tasa
```

```
## [1] 0.86
```

Obtuvimos una tasa de un 86% de acierto, para mejorar esto se podría entrenar una red SOM con mayor número de neuronas.

```
# Guardamos los modelos generados
if (calcular) {
  save(modeloMerval, modeloMerval70, modeloCirculo, modeloClouds, modeloTe,
        modeloTeUni, file = "resultadosG2.RData")
}
```