

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: 1 - Error: 0.898073109467866
```

- 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] 1
```

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: 0.899307224708706
Epoca: 2 - Tasa: 0.7 - Error: 0.868410270391567
Epoca: 3 - Tasa: 0.7 - Error: 0.866871585990492
Epoca: 4 - Tasa: 0.7 - Error: 0.865365830685227
Epoca: 5 - Tasa: 0.7 - Error: 0.863862560324871
Epoca: 6 - Tasa: 0.7 - Error: 0.862361631295195
Epoca: 7 - Tasa: 0.7 - Error: 0.86086308739289
Epoca: 8 - Tasa: 0.7 - Error: 0.859366972691919
Epoca: 9 - Tasa: 0.7 - Error: 0.857873330386743
Epoca: 10 - Tasa: 0.7 - Error: 0.856382202791228
Epoca: 11 - Tasa: 0.7 - Error: 0.854893631344791
Epoca: 12 - Tasa: 0.7 - Error: 0.853407656618756
Epoca: 13 - Tasa: 0.7 - Error: 0.851924318322879
Epoca: 14 - Tasa: 0.7 - Error: 0.850443655312023
Epoca: 15 - Tasa: 0.7 - Error: 0.848965705592982
Epoca: 16 - Tasa: 0.7 - Error: 0.847490506331451
Epoca: 17 - Tasa: 0.7 - Error: 0.846018093859115
Epoca: 18 - Tasa: 0.7 - Error: 0.844548503680881
Epoca: 19 - Tasa: 0.7 - Error: 0.843081770482209
Epoca: 20 - Tasa: 0.7 - Error: 0.841617928136572
Epoca: 21 - Tasa: 0.7 - Error: 0.840157009713005
Epoca: 22 - Tasa: 0.7 - Error: 0.838699047483764
Epoca: 23 - Tasa: 0.7 - Error: 0.837244072932066
Epoca: 24 - Tasa: 0.7 - Error: 0.835792116759923
Epoca: 25 - Tasa: 0.7 - Error: 0.834343208896048
Epoca: 26 - Tasa: 0.7 - Error: 0.832897378503836
Epoca: 27 - Tasa: 0.7 - Error: 0.831454653989417
Epoca: 28 - Tasa: 0.7 - Error: 0.830015063009759
Epoca: 29 - Tasa: 0.7 - Error: 0.828578632480842
Epoca: 30 - Tasa: 0.7 - Error: 0.827145388585867
Epoca: 31 - Tasa: 0.7 - Error: 0.825715356783524
Epoca: 32 - Tasa: 0.7 - Error: 0.824288561816291
Epoca: 33 - Tasa: 0.7 - Error: 0.822865027718773
Epoca: 34 - Tasa: 0.7 - Error: 0.82144477782607
Epoca: 35 - Tasa: 0.7 - Error: 0.820027834782174
Epoca: 36 - Tasa: 0.7 - Error: 0.818614220548383
Epoca: 37 - Tasa: 0.7 - Error: 0.817203956411737
Epoca: 38 - Tasa: 0.7 - Error: 0.815797062993462
Epoca: 39 - Tasa: 0.7 - Error: 0.81439356025743
Epoca: 40 - Tasa: 0.7 - Error: 0.812993467518617
Epoca: 41 - Tasa: 0.7 - Error: 0.811596803451568
Epoca: 42 - Tasa: 0.7 - Error: 0.810203586098857
Epoca: 43 - Tasa: 0.7 - Error: 0.808813832879539
Epoca: 44 - Tasa: 0.7 - Error: 0.807427560597599
Epoca: 45 - Tasa: 0.7 - Error: 0.806044785450382
Epoca: 46 - Tasa: 0.7 - Error: 0.804665523037013
Epoca: 47 - Tasa: 0.7 - Error: 0.803289788366792
Epoca: 48 - Tasa: 0.7 - Error: 0.801917595867569
Epoca: 49 - Tasa: 0.7 - Error: 0.8005489593941
Epoca: 50 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79918389223637
Epoca: 51 - Tasa: 0.7 - Error: 0.797822407127882
Epoca: 52 - Tasa: 0.7 - Error: 0.796464516253927
Epoca: 53 - Tasa: 0.7 - Error: 0.795110231259803
Epoca: 54 - Tasa: 0.7 - Error: 0.793759563259007

Epoca: 55 - Tasa: 0.7 - Error: 0.792412522841384
Epoca: 56 - Tasa: 0.7 - Error: 0.791069120081236
Epoca: 57 - Tasa: 0.7 - Error: 0.789729364545383
Epoca: 58 - Tasa: 0.7 - Error: 0.788393265301183
Epoca: 59 - Tasa: 0.7 - Error: 0.787060830924502
Epoca: 60 - Tasa: 0.7 - Error: 0.785732069507633
Epoca: 61 - Tasa: 0.7 - Error: 0.784406988667168
Epoca: 62 - Tasa: 0.7 - Error: 0.783085595551813
Epoca: 63 - Tasa: 0.7 - Error: 0.781767896850151
Epoca: 64 - Tasa: 0.7 - Error: 0.78045389879835
Epoca: 65 - Tasa: 0.7 - Error: 0.779143607187807
Epoca: 66 - Tasa: 0.7 - Error: 0.777837027372747
Epoca: 67 - Tasa: 0.7 - Error: 0.776534164277746
Epoca: 68 - Tasa: 0.7 - Error: 0.775235022405206
Epoca: 69 - Tasa: 0.7 - Error: 0.77393960584276
Epoca: 70 - Tasa: 0.7 - Error: 0.772647918270619
Epoca: 71 - Tasa: 0.7 - Error: 0.771359962968849
Epoca: 72 - Tasa: 0.7 - Error: 0.770075742824591
Epoca: 73 - Tasa: 0.7 - Error: 0.768795260339207
Epoca: 74 - Tasa: 0.7 - Error: 0.767518517635365
Epoca: 75 - Tasa: 0.7 - Error: 0.766245516464053
Epoca: 76 - Tasa: 0.7 - Error: 0.764976258211526
Epoca: 77 - Tasa: 0.7 - Error: 0.763710743906189
Epoca: 78 - Tasa: 0.7 - Error: 0.762448974225397
Epoca: 79 - Tasa: 0.7 - Error: 0.761190949502204
Epoca: 80 - Tasa: 0.7 - Error: 0.759936669732027
Epoca: 81 - Tasa: 0.7 - Error: 0.758686134579244
Epoca: 82 - Tasa: 0.7 - Error: 0.757439343383723
Epoca: 83 - Tasa: 0.7 - Error: 0.756196295167276
Epoca: 84 - Tasa: 0.7 - Error: 0.754956988640045
Epoca: 85 - Tasa: 0.7 - Error: 0.753721422206809
Epoca: 86 - Tasa: 0.7 - Error: 0.752489593973229
Epoca: 87 - Tasa: 0.7 - Error: 0.751261501752012
Epoca: 88 - Tasa: 0.7 - Error: 0.750037143069005
Epoca: 89 - Tasa: 0.7 - Error: 0.74881651516922
Epoca: 90 - Tasa: 0.7 - Error: 0.747599615022777
Epoca: 91 - Tasa: 0.7 - Error: 0.746386439330788
Epoca: 92 - Tasa: 0.7 - Error: 0.745176984531155
Epoca: 93 - Tasa: 0.7 - Error: 0.743971246804302
Epoca: 94 - Tasa: 0.7 - Error: 0.742769222078835
Epoca: 95 - Tasa: 0.7 - Error: 0.741570906037127
Epoca: 96 - Tasa: 0.7 - Error: 0.740376294120829
Epoca: 97 - Tasa: 0.7 - Error: 0.739185381536315
Epoca: 98 - Tasa: 0.7 - Error: 0.737998163260047
Epoca: 99 - Tasa: 0.7 - Error: 0.736814634043875
Epoca: 100 - Tasa: 0.7 - Error: 0.735634788420261
Epoca: 101 - Tasa: 0.7 - Error: 0.734458620707435
Epoca: 102 - Tasa: 0.7 - Error: 0.733286125014474
Epoca: 103 - Tasa: 0.7 - Error: 0.732117295246318
Epoca: 104 - Tasa: 0.7 - Error: 0.73095212510871
Epoca: 105 - Tasa: 0.7 - Error: 0.729790608113069
Epoca: 106 - Tasa: 0.7 - Error: 0.728632737581289
Epoca: 107 - Tasa: 0.7 - Error: 0.727478506650473
Epoca: 108 - Tasa: 0.7 - Error: 0.726327908277597

Epoca: 109 - Tasa: 0.7 - Error: 0.725180935244104
 ## Epoca: 110 - Tasa: 0.7 - Error: 0.724037580160428
 ## Epoca: 111 - Tasa: 0.7 - Error: 0.722897835470457
 ## Epoca: 112 - Tasa: 0.7 - Error: 0.721761693455922
 ## Epoca: 113 - Tasa: 0.7 - Error: 0.720629146240722
 ## Epoca: 114 - Tasa: 0.7 - Error: 0.719500185795181
 ## Epoca: 115 - Tasa: 0.7 - Error: 0.718374803940244
 ## Epoca: 116 - Tasa: 0.7 - Error: 0.717252992351597
 ## Epoca: 117 - Tasa: 0.7 - Error: 0.716134742563738
 ## Epoca: 118 - Tasa: 0.7 - Error: 0.715020045973968
 ## Epoca: 119 - Tasa: 0.7 - Error: 0.713908893846327
 ## Epoca: 120 - Tasa: 0.7 - Error: 0.712801277315467
 ## Epoca: 121 - Tasa: 0.7 - Error: 0.711697187390456
 ## Epoca: 122 - Tasa: 0.7 - Error: 0.710596614958527
 ## Epoca: 123 - Tasa: 0.7 - Error: 0.709499550788761
 ## Epoca: 124 - Tasa: 0.7 - Error: 0.708405985535711
 ## Epoca: 125 - Tasa: 0.7 - Error: 0.707315909742962
 ## Epoca: 126 - Tasa: 0.7 - Error: 0.70622931384664
 ## Epoca: 127 - Tasa: 0.7 - Error: 0.705146188178849
 ## Epoca: 128 - Tasa: 0.7 - Error: 0.70406652297106
 ## Epoca: 129 - Tasa: 0.7 - Error: 0.702990308357438
 ## Epoca: 130 - Tasa: 0.7 - Error: 0.701917534378108
 ## Epoca: 131 - Tasa: 0.7 - Error: 0.700848190982374
 ## Epoca: 132 - Tasa: 0.7 - Error: 0.699782268031867
 ## Epoca: 133 - Tasa: 0.7 - Error: 0.698719755303654
 ## Epoca: 134 - Tasa: 0.7 - Error: 0.697660642493277
 ## Epoca: 135 - Tasa: 0.7 - Error: 0.696604919217749
 ## Epoca: 136 - Tasa: 0.7 - Error: 0.695552575018487
 ## Epoca: 137 - Tasa: 0.7 - Error: 0.6945035993642
 ## Epoca: 138 - Tasa: 0.7 - Error: 0.69345798165372
 ## Epoca: 139 - Tasa: 0.7 - Error: 0.692415711218779
 ## Epoca: 140 - Tasa: 0.7 - Error: 0.691376777326739
 ## Epoca: 141 - Tasa: 0.7 - Error: 0.690341169183272
 ## Epoca: 142 - Tasa: 0.7 - Error: 0.689308875934982
 ## Epoca: 143 - Tasa: 0.7 - Error: 0.688279886671989
 ## Epoca: 144 - Tasa: 0.7 - Error: 0.687254190430452
 ## Epoca: 145 - Tasa: 0.7 - Error: 0.686231776195055
 ## Epoca: 146 - Tasa: 0.7 - Error: 0.685212632901437
 ## Epoca: 147 - Tasa: 0.7 - Error: 0.68419674943858
 ## Epoca: 148 - Tasa: 0.7 - Error: 0.683184114651148
 ## Epoca: 149 - Tasa: 0.7 - Error: 0.682174717341779
 ## Epoca: 150 - Tasa: 0.7 - Error: 0.681168546273337
 ## Epoca: 151 - Tasa: 0.7 - Error: 0.680165590171114
 ## Epoca: 152 - Tasa: 0.7 - Error: 0.679165837724991
 ## Epoca: 153 - Tasa: 0.7 - Error: 0.678169277591553
 ## Epoca: 154 - Tasa: 0.7 - Error: 0.677175898396164
 ## Epoca: 155 - Tasa: 0.7 - Error: 0.676185688735
 ## Epoca: 156 - Tasa: 0.7 - Error: 0.675198637177036
 ## Epoca: 157 - Tasa: 0.7 - Error: 0.674214732265997
 ## Epoca: 158 - Tasa: 0.7 - Error: 0.673233962522266
 ## Epoca: 159 - Tasa: 0.7 - Error: 0.672256316444752
 ## Epoca: 160 - Tasa: 0.7 - Error: 0.67128178251272
 ## Epoca: 161 - Tasa: 0.7 - Error: 0.67031034918758
 ## Epoca: 162 - Tasa: 0.7 - Error: 0.669342004914644

```

## Epoca: 163 - Tasa: 0.7 - Error: 0.668376738124832
## Epoca: 164 - Tasa: 0.7 - Error: 0.66741453723636
## Epoca: 165 - Tasa: 0.7 - Error: 0.666455390656372
## Epoca: 166 - Tasa: 0.7 - Error: 0.665499286782552
## Epoca: 167 - Tasa: 0.7 - Error: 0.664546214004691
## Epoca: 168 - Tasa: 0.7 - Error: 0.66359616070622
## Epoca: 169 - Tasa: 0.7 - Error: 0.662649115265714
## Epoca: 170 - Tasa: 0.7 - Error: 0.661705066058359
## Epoca: 171 - Tasa: 0.7 - Error: 0.660764001457381
## Epoca: 172 - Tasa: 0.7 - Error: 0.659825909835452
## Epoca: 173 - Tasa: 0.7 - Error: 0.658890779566057
## Epoca: 174 - Tasa: 0.7 - Error: 0.657958599024827
## Epoca: 175 - Tasa: 0.7 - Error: 0.657029356590853
## Epoca: 176 - Tasa: 0.7 - Error: 0.656103040647951
## Epoca: 177 - Tasa: 0.7 - Error: 0.655179639585915
## Epoca: 178 - Tasa: 0.7 - Error: 0.654259141801727
## Epoca: 179 - Tasa: 0.7 - Error: 0.653341535700745
## Epoca: 180 - Tasa: 0.7 - Error: 0.652426809697859
## Epoca: 181 - Tasa: 0.706666666666667 - Error: 0.65151495221862
## Epoca: 182 - Tasa: 0.72 - Error: 0.650605951700343
## Epoca: 183 - Tasa: 0.72 - Error: 0.649699796593175
## Epoca: 184 - Tasa: 0.72 - Error: 0.648796475361148
## Epoca: 185 - Tasa: 0.72 - Error: 0.647895976483196
## Epoca: 186 - Tasa: 0.72 - Error: 0.646998288454149
## Epoca: 187 - Tasa: 0.72 - Error: 0.646103399785705
## Epoca: 188 - Tasa: 0.72 - Error: 0.645211299007368
## Epoca: 189 - Tasa: 0.72 - Error: 0.644321974667372
## Epoca: 190 - Tasa: 0.733333333333333 - Error: 0.643435415333575
## Epoca: 191 - Tasa: 0.733333333333333 - Error: 0.642551609594328
## Epoca: 192 - Tasa: 0.733333333333333 - Error: 0.641670546059324
## Epoca: 193 - Tasa: 0.733333333333333 - Error: 0.640792213360422
## Epoca: 194 - Tasa: 0.733333333333333 - Error: 0.63991660015245
## Epoca: 195 - Tasa: 0.76 - Error: 0.639043695113984
## Epoca: 196 - Tasa: 0.76 - Error: 0.638173486948107
## Epoca: 197 - Tasa: 0.76 - Error: 0.637305964383144
## Epoca: 198 - Tasa: 0.76 - Error: 0.636441116173381
## Epoca: 199 - Tasa: 0.76 - Error: 0.635578931099757
## Epoca: 200 - Tasa: 0.76 - Error: 0.634719397970541
## Epoca: 1 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.868741648110182
## Epoca: 2 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.832315377513796
## Epoca: 3 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.830639554693786
## Epoca: 4 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.82890980069207
## Epoca: 5 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.827182146242932
## Epoca: 6 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.825457216973605
## Epoca: 7 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.823735099043647
## Epoca: 8 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.822015871903604
## Epoca: 9 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.820299613274318
## Epoca: 10 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.818586399204848
## Epoca: 11 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.816876304085849
## Epoca: 12 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.815169400663022
## Epoca: 13 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.813465760050994
## Epoca: 14 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.811765451747619
## Epoca: 15 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.810068543648653
## Epoca: 16 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.808375102062788

```

Epoca: 17 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.806685191727013
 ## Epoca: 18 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.804998875822278
 ## Epoca: 19 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.803316215989436
 ## Epoca: 20 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.801637272345439
 ## Epoca: 21 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.799962103499765
 ## Epoca: 22 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.798290766571057
 ## Epoca: 23 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.79662331720395
 ## Epoca: 24 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.794959809586067
 ## Epoca: 25 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.793300296465168
 ## Epoca: 26 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.791644829166427
 ## Epoca: 27 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.789993457609827
 ## Epoca: 28 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.788346230327654
 ## Epoca: 29 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.786703194482072
 ## Epoca: 30 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.785064395882764
 ## Epoca: 31 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.78342987900463
 ## Epoca: 32 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.781799687005523
 ## Epoca: 33 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.780173861744012
 ## Epoca: 34 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.778552443797157
 ## Epoca: 35 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.776935472478291
 ## Epoca: 36 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.77532298585479
 ## Epoca: 37 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.773715020765828
 ## Epoca: 38 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.772111612840098
 ## Epoca: 39 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.770512796513499
 ## Epoca: 40 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.768918605046775
 ## Epoca: 41 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.7673290705431
 ## Epoca: 42 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.765744223965593
 ## Epoca: 43 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.764164095154773
 ## Epoca: 44 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.762588712845922
 ## Epoca: 45 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.761018104686382
 ## Epoca: 46 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.759452297252739
 ## Epoca: 47 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.757891316067931
 ## Epoca: 48 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.756335185618238
 ## Epoca: 49 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.754783929370174
 ## Epoca: 50 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.753237569787266
 ## Epoca: 51 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.751696128346707
 ## Epoca: 52 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.750159625555902
 ## Epoca: 53 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.74862808096888
 ## Epoca: 54 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.747101513202576
 ## Epoca: 55 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.745579939952991
 ## Epoca: 56 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.744063378011204
 ## Epoca: 57 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.742551843279256
 ## Epoca: 58 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.74104535078589
 ## Epoca: 59 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.739543914702146
 ## Epoca: 60 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.738047548356809
 ## Epoca: 61 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.736556264251721
 ## Epoca: 62 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.735070074076925
 ## Epoca: 63 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.733588988725676
 ## Epoca: 64 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.732113018309285
 ## Epoca: 65 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.730642172171818
 ## Epoca: 66 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.729176458904639
 ## Epoca: 67 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.72771588636079
 ## Epoca: 68 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.726260461669221
 ## Epoca: 69 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.724810191248857
 ## Epoca: 70 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.723365080822509

Epoca: 71 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.721925135430628
 ## Epoca: 72 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.720490359444888
 ## Epoca: 73 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.719060756581623
 ## Epoca: 74 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.717636329915097
 ## Epoca: 75 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.716217081890607
 ## Epoca: 76 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.714803014337439
 ## Epoca: 77 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.713394128481651
 ## Epoca: 78 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.711990424958701
 ## Epoca: 79 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.710591903825916
 ## Epoca: 80 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.709198564574794
 ## Epoca: 81 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.707810406143154
 ## Epoca: 82 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.706427426927122
 ## Epoca: 83 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.705049624792957
 ## Epoca: 84 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.703676997088721
 ## Epoca: 85 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.702309540655793
 ## Epoca: 86 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.700947251840218
 ## Epoca: 87 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.699590126503905
 ## Epoca: 88 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.698238160035671
 ## Epoca: 89 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.696891347362123
 ## Epoca: 90 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.695549682958387
 ## Epoca: 91 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.694213160858694
 ## Epoca: 92 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.692881774666792
 ## Epoca: 93 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.691555517566231
 ## Epoca: 94 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.690234382330473
 ## Epoca: 95 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.688918361332875
 ## Epoca: 96 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.6876074465565
 ## Epoca: 97 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.686301629603801
 ## Epoca: 98 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.685000901706146
 ## Epoca: 99 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.683705253733198
 ## Epoca: 100 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.682414676202153
 ## Epoca: 101 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.681129159286835
 ## Epoca: 102 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.679848692826651
 ## Epoca: 103 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.678573266335392
 ## Epoca: 104 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.677302869009913
 ## Epoca: 105 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.676037489738659
 ## Epoca: 106 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.67477711711006
 ## Epoca: 107 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.673521739420789
 ## Epoca: 108 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.672271344683885
 ## Epoca: 109 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.671025920636742
 ## Epoca: 110 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.669785454748962
 ## Epoca: 111 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.668549934230085
 ## Epoca: 112 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.66731934603718
 ## Epoca: 113 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.666093676882312
 ## Epoca: 114 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.664872913239883
 ## Epoca: 115 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.663657041353841
 ## Epoca: 116 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.662446047244775
 ## Epoca: 117 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.66123991671687
 ## Epoca: 118 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.660038635364761
 ## Epoca: 119 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.658842188580246
 ## Epoca: 120 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.657650561558894
 ## Epoca: 121 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.656463739306526
 ## Epoca: 122 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.655281706645588
 ## Epoca: 123 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.6541044482214
 ## Epoca: 124 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.652931948508294

Epoca: 125 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.651764191815644
Epoca: 126 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.650601162293778
Epoca: 127 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.649442843939783
Epoca: 128 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.648289220603204
Epoca: 129 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.647140275991628
Epoca: 130 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.645995993676173
Epoca: 131 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.644856357096863
Epoca: 132 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.643721349567903
Epoca: 133 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.642590954282854
Epoca: 134 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.641465154319705
Epoca: 135 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.640343932645847
Epoca: 136 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.639227272122295
Epoca: 137 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.638115155511736
Epoca: 138 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.63700756547667
Epoca: 139 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.635904484590544
Epoca: 140 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.634805895338977
Epoca: 141 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.633711780124819
Epoca: 142 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.632622121272464
Epoca: 143 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.63153690103208
Epoca: 144 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.630456101583744
Epoca: 145 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.629379705041496
Epoca: 146 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.628307693457303
Epoca: 147 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.627240048824945
Epoca: 148 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.626176753083815
Epoca: 149 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.625117788122635
Epoca: 150 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.624063135783096
Epoca: 151 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.623012777863415
Epoca: 152 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.621966696121822
Epoca: 153 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.620924872279958
Epoca: 154 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.619887288026209
Epoca: 155 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.618853925018956
Epoca: 156 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.617824764889762
Epoca: 157 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.616799789246479
Epoca: 158 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.615778979676285
Epoca: 159 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.614762317748653
Epoca: 160 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.613749785018256
Epoca: 161 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.612741363027792
Epoca: 162 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.611737033310756
Epoca: 163 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.610736777394137
Epoca: 164 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.609740576801056
Epoca: 165 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.608748413053338
Epoca: 166 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.607760267674024
Epoca: 167 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.606776122189819
Epoca: 168 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.605795958133482
Epoca: 169 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.604819757046155
Epoca: 170 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.60384750047964
Epoca: 171 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.602879169998606
Epoca: 172 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.601914747182754
Epoca: 173 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.600954213628919
Epoca: 174 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.599997550953117
Epoca: 175 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.599044740792545
Epoca: 176 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.59809576480752
Epoca: 177 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.597150604683377
Epoca: 178 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.596209242132305

Epoca: 179 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.595271658895143
 ## Epoca: 180 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.594337836743123
 ## Epoca: 181 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.593407757479564
 ## Epoca: 182 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.592481402941521
 ## Epoca: 183 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.591558755001391
 ## Epoca: 184 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.590639795568466
 ## Epoca: 185 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.589724506590448
 ## Epoca: 186 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.588812870054919
 ## Epoca: 187 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.587904867990765
 ## Epoca: 188 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.587000482469566
 ## Epoca: 189 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.586099695606935
 ## Epoca: 190 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.58520248956382
 ## Epoca: 191 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.584308846547775
 ## Epoca: 192 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.583418748814176
 ## Epoca: 193 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.582532178667414
 ## Epoca: 194 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.581649118462042
 ## Epoca: 195 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.580769550603886
 ## Epoca: 196 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.579893457551126
 ## Epoca: 197 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.579020821815335
 ## Epoca: 198 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.578151625962485
 ## Epoca: 199 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.577285852613925
 ## Epoca: 200 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.576423484447317
 ## Epoca: 1 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.984109211008546
 ## Epoca: 2 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.969153482390632
 ## Epoca: 3 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.962627964534278
 ## Epoca: 4 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.956128965827948
 ## Epoca: 5 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.949666369406929
 ## Epoca: 6 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.94324068951819
 ## Epoca: 7 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.936852400990025
 ## Epoca: 8 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.930501949979559
 ## Epoca: 9 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.924189754848905
 ## Epoca: 10 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.917916207005568
 ## Epoca: 11 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.911681671718205
 ## Epoca: 12 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.905486488908913
 ## Epoca: 13 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.899330973923191
 ## Epoca: 14 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.893215418278597
 ## Epoca: 15 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.887140090393093
 ## Epoca: 16 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.881105236293986
 ## Epoca: 17 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.875111080308307
 ## Epoca: 18 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.869157825735435
 ## Epoca: 19 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.863245655502674
 ## Epoca: 20 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.857374732804487
 ## Epoca: 21 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.851545201725998
 ## Epoca: 22 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.845757187851355
 ## Epoca: 23 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.840010798857485
 ## Epoca: 24 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.834306125093741
 ## Epoca: 25 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.828643240147908
 ## Epoca: 26 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.823022201398972
 ## Epoca: 27 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.81744305055707
 ## Epoca: 28 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.811905814190966
 ## Epoca: 29 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.806410504243389
 ## Epoca: 30 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.800957118534556
 ## Epoca: 31 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.795545641254157
 ## Epoca: 32 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.790176043442067

```
## Epoca: 33 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.78484828345805
## Epoca: 34 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.779562307440671
## Epoca: 35 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.774318049755642
## Epoca: 36 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.769115433433799
## Epoca: 37 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.763954370598919
## Epoca: 38 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.758834762885531
## Epoca: 39 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.753756501846925
## Epoca: 40 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.748719469353493
## Epoca: 41 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.743723537981582
## Epoca: 42 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.738768571392994
## Epoca: 43 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.733854424705293
## Epoca: 44 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.728980944853038
## Epoca: 45 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.724147970940105
## Epoca: 46 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.719355334583204
## Epoca: 47 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.714602860246751
## Epoca: 48 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.70989036556919
## Epoca: 49 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.70521766168092
## Epoca: 50 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.700584553513935
## Epoca: 51 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.69599084010331
## Epoca: 52 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.691436314880646
## Epoca: 53 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.686920765959604
## Epoca: 54 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.682443976413649
## Epoca: 55 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.678005724546121
## Epoca: 56 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.673605784152759
## Epoca: 57 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.66924392477679
## Epoca: 58 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.664919911956726
## Epoca: 59 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.660633507466958
## Epoca: 60 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.656384469551298
## Epoca: 61 - Tasa: 0.72 - Error: 0.652172553149572
## Epoca: 62 - Tasa: 0.753333333333333 - Error: 0.6479975101174
## Epoca: 63 - Tasa: 0.84 - Error: 0.643859089439266
## Epoca: 64 - Tasa: 0.84 - Error: 0.639757037435019
## Epoca: 65 - Tasa: 0.866666666666667 - Error: 0.635691097959922
## Epoca: 66 - Tasa: 0.866666666666667 - Error: 0.631661012598356
## Epoca: 67 - Tasa: 0.893333333333333 - Error: 0.627666520851326
## Epoca: 68 - Tasa: 0.9 - Error: 0.623707360317874
## Epoca: 69 - Tasa: 0.906666666666667 - Error: 0.619783266870521
```

- 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: 0.889902819718957
## Epoca: 2 - Tasa: 0.7 - Error: 0.860691712514331
## Epoca: 3 - Tasa: 0.7 - Error: 0.860007594271546
## Epoca: 4 - Tasa: 0.7 - Error: 0.859350609550805
## Epoca: 5 - Tasa: 0.7 - Error: 0.858694177395873
## Epoca: 6 - Tasa: 0.7 - Error: 0.858038149457409
## Epoca: 7 - Tasa: 0.7 - Error: 0.857382528694433
## Epoca: 8 - Tasa: 0.7 - Error: 0.856727318912102
## Epoca: 9 - Tasa: 0.7 - Error: 0.856072523893069
## Epoca: 10 - Tasa: 0.7 - Error: 0.855418147392553
## Epoca: 11 - Tasa: 0.7 - Error: 0.854764193138352
## Epoca: 12 - Tasa: 0.7 - Error: 0.8541106648309
## Epoca: 13 - Tasa: 0.7 - Error: 0.853457566143311
## Epoca: 14 - Tasa: 0.7 - Error: 0.852804900721436
## Epoca: 15 - Tasa: 0.7 - Error: 0.85215267218391
## Epoca: 16 - Tasa: 0.7 - Error: 0.85150088412221
## Epoca: 17 - Tasa: 0.7 - Error: 0.850849540100708
## Epoca: 18 - Tasa: 0.7 - Error: 0.850198643656726
## Epoca: 19 - Tasa: 0.7 - Error: 0.849548198300596
## Epoca: 20 - Tasa: 0.7 - Error: 0.848898207515714
## Epoca: 21 - Tasa: 0.7 - Error: 0.848248674758601
## Epoca: 22 - Tasa: 0.7 - Error: 0.847599603458965
## Epoca: 23 - Tasa: 0.7 - Error: 0.846950997019757
## Epoca: 24 - Tasa: 0.7 - Error: 0.846302858817236
## Epoca: 25 - Tasa: 0.7 - Error: 0.845655192201031
## Epoca: 26 - Tasa: 0.7 - Error: 0.845008000494205
## Epoca: 27 - Tasa: 0.7 - Error: 0.844361286993322
## Epoca: 28 - Tasa: 0.7 - Error: 0.843715054968505
## Epoca: 29 - Tasa: 0.7 - Error: 0.843069307663513
## Epoca: 30 - Tasa: 0.7 - Error: 0.842424048295799
## Epoca: 31 - Tasa: 0.7 - Error: 0.841779280056583
## Epoca: 32 - Tasa: 0.7 - Error: 0.841135006110919
## Epoca: 33 - Tasa: 0.7 - Error: 0.840491229597769
## Epoca: 34 - Tasa: 0.7 - Error: 0.839847953630066
## Epoca: 35 - Tasa: 0.7 - Error: 0.839205181294792
## Epoca: 36 - Tasa: 0.7 - Error: 0.838562915653048
## Epoca: 37 - Tasa: 0.7 - Error: 0.837921159740126
```

```

## Epoca: 38 - Tasa: 0.7 - Error: 0.837279916565583
## Epoca: 39 - Tasa: 0.7 - Error: 0.836639189113318
## Epoca: 40 - Tasa: 0.7 - Error: 0.835998980341642
## Epoca: 41 - Tasa: 0.7 - Error: 0.83535929318336
## Epoca: 42 - Tasa: 0.7 - Error: 0.834720130545844
## Epoca: 43 - Tasa: 0.7 - Error: 0.834081495311108
## Epoca: 44 - Tasa: 0.7 - Error: 0.833443390335893
## Epoca: 45 - Tasa: 0.7 - Error: 0.832805818451737
## Epoca: 46 - Tasa: 0.7 - Error: 0.832168782465062
## Epoca: 47 - Tasa: 0.7 - Error: 0.831532285157249
## Epoca: 48 - Tasa: 0.7 - Error: 0.830896329284718
## Epoca: 49 - Tasa: 0.7 - Error: 0.830260917579014
## Epoca: 50 - Tasa: 0.7 - Error: 0.829626052746884
## Epoca: 51 - Tasa: 0.7 - Error: 0.82899173747036
## Epoca: 52 - Tasa: 0.7 - Error: 0.828357974406845
## Epoca: 53 - Tasa: 0.7 - Error: 0.827724766189191
## Epoca: 54 - Tasa: 0.7 - Error: 0.827092115425788
## Epoca: 55 - Tasa: 0.7 - Error: 0.826460024700646
## Epoca: 56 - Tasa: 0.7 - Error: 0.825828496573479
## Epoca: 57 - Tasa: 0.7 - Error: 0.825197533579793
## Epoca: 58 - Tasa: 0.7 - Error: 0.824567138230971
## Epoca: 59 - Tasa: 0.7 - Error: 0.823937313014356
## Epoca: 60 - Tasa: 0.7 - Error: 0.823308060393346
## Epoca: 61 - Tasa: 0.7 - Error: 0.822679382807472
## Epoca: 62 - Tasa: 0.7 - Error: 0.822051282672492
## Epoca: 63 - Tasa: 0.7 - Error: 0.821423762380477
## Epoca: 64 - Tasa: 0.7 - Error: 0.820796824299902
## Epoca: 65 - Tasa: 0.7 - Error: 0.82017047077573
## Epoca: 66 - Tasa: 0.7 - Error: 0.819544704129508
## Epoca: 67 - Tasa: 0.7 - Error: 0.81891952665945
## Epoca: 68 - Tasa: 0.7 - Error: 0.818294940640534
## Epoca: 69 - Tasa: 0.7 - Error: 0.817670948324589
## Epoca: 70 - Tasa: 0.7 - Error: 0.817047551940385
## Epoca: 71 - Tasa: 0.7 - Error: 0.816424753693726
## Epoca: 72 - Tasa: 0.7 - Error: 0.815802555767544
## Epoca: 73 - Tasa: 0.7 - Error: 0.815180960321987
## Epoca: 74 - Tasa: 0.7 - Error: 0.814559969494513
## Epoca: 75 - Tasa: 0.7 - Error: 0.813939585399982
## Epoca: 76 - Tasa: 0.7 - Error: 0.813319810130752
## Epoca: 77 - Tasa: 0.7 - Error: 0.812700645756767
## Epoca: 78 - Tasa: 0.7 - Error: 0.812082094325655
## Epoca: 79 - Tasa: 0.7 - Error: 0.811464157862821
## Epoca: 80 - Tasa: 0.7 - Error: 0.810846838371539
## Epoca: 81 - Tasa: 0.7 - Error: 0.810230137833049
## Epoca: 82 - Tasa: 0.7 - Error: 0.809614058206648
## Epoca: 83 - Tasa: 0.7 - Error: 0.808998601429791
## Epoca: 84 - Tasa: 0.7 - Error: 0.808383769418177
## Epoca: 85 - Tasa: 0.7 - Error: 0.807769564065854
## Epoca: 86 - Tasa: 0.7 - Error: 0.807155987245308
## Epoca: 87 - Tasa: 0.7 - Error: 0.806543040807561
## Epoca: 88 - Tasa: 0.7 - Error: 0.805930726582265
## Epoca: 89 - Tasa: 0.7 - Error: 0.805319046377802
## Epoca: 90 - Tasa: 0.7 - Error: 0.804708001981375
## Epoca: 91 - Tasa: 0.7 - Error: 0.80409759515911

```

Epoca: 92 - Tasa: 0.7 - Error: 0.803487827656146
Epoca: 93 - Tasa: 0.7 - Error: 0.80287870119674
Epoca: 94 - Tasa: 0.7 - Error: 0.802270217484354
Epoca: 95 - Tasa: 0.7 - Error: 0.801662378201762
Epoca: 96 - Tasa: 0.7 - Error: 0.801055185011139
Epoca: 97 - Tasa: 0.7 - Error: 0.800448639554163
Epoca: 98 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79984274345211
Epoca: 99 - Tasa: 0.7 - Error: 0.799237498305954
Epoca: 100 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79863290569646
Epoca: 101 - Tasa: 0.7 - Error: 0.798028967184286
Epoca: 102 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79742568431008
Epoca: 103 - Tasa: 0.7 - Error: 0.796823058594576
Epoca: 104 - Tasa: 0.7 - Error: 0.796221091538693
Epoca: 105 - Tasa: 0.7 - Error: 0.795619784623632
Epoca: 106 - Tasa: 0.7 - Error: 0.795019139310974
Epoca: 107 - Tasa: 0.7 - Error: 0.794419157042781
Epoca: 108 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79381983924169
Epoca: 109 - Tasa: 0.7 - Error: 0.793221187311014
Epoca: 110 - Tasa: 0.7 - Error: 0.792623202634836
Epoca: 111 - Tasa: 0.7 - Error: 0.792025886578113
Epoca: 112 - Tasa: 0.7 - Error: 0.79142924048677
Epoca: 113 - Tasa: 0.7 - Error: 0.790833265687799
Epoca: 114 - Tasa: 0.7 - Error: 0.790237963489357
Epoca: 115 - Tasa: 0.7 - Error: 0.789643335180866
Epoca: 116 - Tasa: 0.7 - Error: 0.789049382033108
Epoca: 117 - Tasa: 0.7 - Error: 0.788456105298326
Epoca: 118 - Tasa: 0.7 - Error: 0.78786350621032
Epoca: 119 - Tasa: 0.7 - Error: 0.787271585984545
Epoca: 120 - Tasa: 0.7 - Error: 0.786680345818212
Epoca: 121 - Tasa: 0.7 - Error: 0.786089786890382
Epoca: 122 - Tasa: 0.7 - Error: 0.785499910362067
Epoca: 123 - Tasa: 0.7 - Error: 0.784910717376325
Epoca: 124 - Tasa: 0.7 - Error: 0.784322209058362
Epoca: 125 - Tasa: 0.7 - Error: 0.783734386515623
Epoca: 126 - Tasa: 0.7 - Error: 0.783147250837899
Epoca: 127 - Tasa: 0.7 - Error: 0.782560803097415
Epoca: 128 - Tasa: 0.7 - Error: 0.781975044348934
Epoca: 129 - Tasa: 0.7 - Error: 0.781389975629853
Epoca: 130 - Tasa: 0.7 - Error: 0.780805597960297
Epoca: 131 - Tasa: 0.7 - Error: 0.780221912343222
Epoca: 132 - Tasa: 0.7 - Error: 0.779638919764506
Epoca: 133 - Tasa: 0.7 - Error: 0.779056621193053
Epoca: 134 - Tasa: 0.7 - Error: 0.778475017580883
Epoca: 135 - Tasa: 0.7 - Error: 0.777894109863233
Epoca: 136 - Tasa: 0.7 - Error: 0.777313898958651
Epoca: 137 - Tasa: 0.7 - Error: 0.776734385769096
Epoca: 138 - Tasa: 0.7 - Error: 0.776155571180033
Epoca: 139 - Tasa: 0.7 - Error: 0.775577456060526
Epoca: 140 - Tasa: 0.7 - Error: 0.775000041263339
Epoca: 141 - Tasa: 0.7 - Error: 0.774423327625031
Epoca: 142 - Tasa: 0.7 - Error: 0.773847315966049
Epoca: 143 - Tasa: 0.7 - Error: 0.773272007090825
Epoca: 144 - Tasa: 0.7 - Error: 0.772697401787876
Epoca: 145 - Tasa: 0.7 - Error: 0.772123500829891

Epoca: 146 - Tasa: 0.7 - Error: 0.771550304973833
Epoca: 147 - Tasa: 0.7 - Error: 0.770977814961032
Epoca: 148 - Tasa: 0.7 - Error: 0.770406031517281
Epoca: 149 - Tasa: 0.7 - Error: 0.769834955352926
Epoca: 150 - Tasa: 0.7 - Error: 0.769264587162967
Epoca: 151 - Tasa: 0.7 - Error: 0.768694927627149
Epoca: 152 - Tasa: 0.7 - Error: 0.768125977410057
Epoca: 153 - Tasa: 0.7 - Error: 0.767557737161207
Epoca: 154 - Tasa: 0.7 - Error: 0.766990207515146
Epoca: 155 - Tasa: 0.7 - Error: 0.76642338909154
Epoca: 156 - Tasa: 0.7 - Error: 0.765857282495269
Epoca: 157 - Tasa: 0.7 - Error: 0.765291888316522
Epoca: 158 - Tasa: 0.7 - Error: 0.764727207130889
Epoca: 159 - Tasa: 0.7 - Error: 0.764163239499451
Epoca: 160 - Tasa: 0.7 - Error: 0.763599985968877
Epoca: 161 - Tasa: 0.7 - Error: 0.763037447071514
Epoca: 162 - Tasa: 0.7 - Error: 0.762475623325478
Epoca: 163 - Tasa: 0.7 - Error: 0.761914515234749
Epoca: 164 - Tasa: 0.7 - Error: 0.76135412328926
Epoca: 165 - Tasa: 0.7 - Error: 0.76079444796499
Epoca: 166 - Tasa: 0.7 - Error: 0.760235489724054
Epoca: 167 - Tasa: 0.7 - Error: 0.759677249014795
Epoca: 168 - Tasa: 0.7 - Error: 0.759119726271875
Epoca: 169 - Tasa: 0.7 - Error: 0.758562921916363
Epoca: 170 - Tasa: 0.7 - Error: 0.758006836355829
Epoca: 171 - Tasa: 0.7 - Error: 0.757451469984431
Epoca: 172 - Tasa: 0.7 - Error: 0.756896823183006
Epoca: 173 - Tasa: 0.7 - Error: 0.75634289631916
Epoca: 174 - Tasa: 0.7 - Error: 0.755789689747356
Epoca: 175 - Tasa: 0.7 - Error: 0.755237203809004
Epoca: 176 - Tasa: 0.7 - Error: 0.754685438832548
Epoca: 177 - Tasa: 0.7 - Error: 0.754134395133558
Epoca: 178 - Tasa: 0.7 - Error: 0.753584073014815
Epoca: 179 - Tasa: 0.7 - Error: 0.7530344727664
Epoca: 180 - Tasa: 0.7 - Error: 0.752485594665781
Epoca: 181 - Tasa: 0.7 - Error: 0.751937438977903
Epoca: 182 - Tasa: 0.7 - Error: 0.75139000595527
Epoca: 183 - Tasa: 0.7 - Error: 0.750843295838039
Epoca: 184 - Tasa: 0.7 - Error: 0.7502973088541
Epoca: 185 - Tasa: 0.7 - Error: 0.749752045219166
Epoca: 186 - Tasa: 0.7 - Error: 0.749207505136857
Epoca: 187 - Tasa: 0.7 - Error: 0.748663688798789
Epoca: 188 - Tasa: 0.7 - Error: 0.748120596384654
Epoca: 189 - Tasa: 0.7 - Error: 0.747578228062311
Epoca: 190 - Tasa: 0.7 - Error: 0.747036583987868
Epoca: 191 - Tasa: 0.7 - Error: 0.746495664305766
Epoca: 192 - Tasa: 0.7 - Error: 0.745955469148864
Epoca: 193 - Tasa: 0.7 - Error: 0.745415998638524
Epoca: 194 - Tasa: 0.7 - Error: 0.744877252884694
Epoca: 195 - Tasa: 0.7 - Error: 0.744339231985991
Epoca: 196 - Tasa: 0.7 - Error: 0.743801936029785
Epoca: 197 - Tasa: 0.7 - Error: 0.743265365092281
Epoca: 198 - Tasa: 0.7 - Error: 0.742729519238602
Epoca: 199 - Tasa: 0.7 - Error: 0.74219439852287

Epoca: 200 - Tasa: 0.7 - Error: 0.74166000298829
Epoca: 1 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.862030567842598
Epoca: 2 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.827077359627921
Epoca: 3 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.826503924590418
Epoca: 4 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.825880923093875
Epoca: 5 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.825257895786012
Epoca: 6 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.824635301791963
Epoca: 7 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.824013148809879
Epoca: 8 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.823391440470593
Epoca: 9 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.822770180338484
Epoca: 10 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.822149371947107
Epoca: 11 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.821529018799612
Epoca: 12 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.82090912436885
Epoca: 13 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.820289692097475
Epoca: 14 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.81967072539805
Epoca: 15 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.819052227653149
Epoca: 16 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.818434202215471
Epoca: 17 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.817816652407939
Epoca: 18 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.817199581523813
Epoca: 19 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.8165829928268
Epoca: 20 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.81596688955116
Epoca: 21 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.815351274901818
Epoca: 22 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.814736152054477
Epoca: 23 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.814121524155729
Epoca: 24 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.813507394323165
Epoca: 25 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.812893765645495
Epoca: 26 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.812280641182654
Epoca: 27 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.811668023965925
Epoca: 28 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.811055916998048
Epoca: 29 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.810444323253337
Epoca: 30 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.809833245677799
Epoca: 31 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.809222687189252
Epoca: 32 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.808612650677436
Epoca: 33 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.808003139004138
Epoca: 34 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.807394155003307
Epoca: 35 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.806785701481176
Epoca: 36 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.806177781216377
Epoca: 37 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.805570396960064
Epoca: 38 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.804963551436036
Epoca: 39 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.80435724734085
Epoca: 40 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.80375148734395
Epoca: 41 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.803146274087784
Epoca: 42 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.802541610187929
Epoca: 43 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.801937498233208
Epoca: 44 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.80133394078582
Epoca: 45 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.800730940381454
Epoca: 46 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.800128499529421
Epoca: 47 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.799526620712769
Epoca: 48 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.798925306388416
Epoca: 49 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.798324558987262
Epoca: 50 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.797724380914324
Epoca: 51 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.797124774548853
Epoca: 52 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.796525742244464
Epoca: 53 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.795927286329254

Epoca: 54 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.795329409105934
 ## Epoca: 55 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.794732112851946
 ## Epoca: 56 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.794135399819597
 ## Epoca: 57 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.793539272236176
 ## Epoca: 58 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.792943732304084
 ## Epoca: 59 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.792348782200958
 ## Epoca: 60 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.791754424079796
 ## Epoca: 61 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.791160660069083
 ## Epoca: 62 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.790567492272916
 ## Epoca: 63 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.789974922771133
 ## Epoca: 64 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.78938295361943
 ## Epoca: 65 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.788791586849498
 ## Epoca: 66 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.78820082446914
 ## Epoca: 67 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.787610668462399
 ## Epoca: 68 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.787021120789687
 ## Epoca: 69 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.786432183387904
 ## Epoca: 70 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.785843858170571
 ## Epoca: 71 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.78525614702795
 ## Epoca: 72 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.784669051827172
 ## Epoca: 73 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.784082574412361
 ## Epoca: 74 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.783496716604761
 ## Epoca: 75 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.78291148020286
 ## Epoca: 76 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.782326866982517
 ## Epoca: 77 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.781742878697083
 ## Epoca: 78 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.781159517077531
 ## Epoca: 79 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.780576783832577
 ## Epoca: 80 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.779994680648806
 ## Epoca: 81 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.779413209190798
 ## Epoca: 82 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.77883237110125
 ## Epoca: 83 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.778252168001102
 ## Epoca: 84 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.77767260148966
 ## Epoca: 85 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.777093673144721
 ## Epoca: 86 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.776515384522696
 ## Epoca: 87 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.775937737158734
 ## Epoca: 88 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.775360732566844
 ## Epoca: 89 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.774784372240021
 ## Epoca: 90 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.774208657650368
 ## Epoca: 91 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.773633590249215
 ## Epoca: 92 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.773059171467248
 ## Epoca: 93 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.772485402714626
 ## Epoca: 94 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.771912285381107
 ## Epoca: 95 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.771339820836167
 ## Epoca: 96 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.770768010429124
 ## Epoca: 97 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.770196855489255
 ## Epoca: 98 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.769626357325923
 ## Epoca: 99 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.769056517228695
 ## Epoca: 100 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.768487336467461
 ## Epoca: 101 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.767918816292559
 ## Epoca: 102 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.767350957934889
 ## Epoca: 103 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.766783762606038
 ## Epoca: 104 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.766217231498395
 ## Epoca: 105 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.765651365785276
 ## Epoca: 106 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.765086166621037
 ## Epoca: 107 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.764521635141196

Epoca: 108 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.763957772462549
Epoca: 109 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.763394579683292
Epoca: 110 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.762832057883133
Epoca: 111 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.762270208123416
Epoca: 112 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.76170903144723
Epoca: 113 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.761148528879533
Epoca: 114 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.760588701427266
Epoca: 115 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.760029550079467
Epoca: 116 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.759471075807389
Epoca: 117 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.758913279564613
Epoca: 118 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.758356162287166
Epoca: 119 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.757799724893636
Epoca: 120 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.75724396828528
Epoca: 121 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.756688893346147
Epoca: 122 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.756134500943185
Epoca: 123 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.755580791926357
Epoca: 124 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.755027767128751
Epoca: 125 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.754475427366698
Epoca: 126 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.75392377343988
Epoca: 127 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.75337280613144
Epoca: 128 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.7528225262081
Epoca: 129 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.752272934420264
Epoca: 130 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.751724031502136
Epoca: 131 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.751175818171824
Epoca: 132 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.750628295131456
Epoca: 133 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.750081463067282
Epoca: 134 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.749535322649791
Epoca: 135 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.748989874533813
Epoca: 136 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.748445119358632
Epoca: 137 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.747901057748091
Epoca: 138 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.747357690310702
Epoca: 139 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.74681501763975
Epoca: 140 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.746273040313402
Epoca: 141 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.745731758894812
Epoca: 142 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.74519117393223
Epoca: 143 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.7446512859591
Epoca: 144 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.744112095494176
Epoca: 145 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.743573603041616
Epoca: 146 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.743035809091092
Epoca: 147 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.742498714117895
Epoca: 148 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.741962318583033
Epoca: 149 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.741426622933339
Epoca: 150 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.740891627601571
Epoca: 151 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.740357333006515
Epoca: 152 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.739823739553087
Epoca: 153 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.739290847632432
Epoca: 154 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.738758657622031
Epoca: 155 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.738227169885793
Epoca: 156 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.737696384774161
Epoca: 157 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.73716630262421
Epoca: 158 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.736636923759746
Epoca: 159 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.736108248491405
Epoca: 160 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.735580277116751
Epoca: 161 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.735053009920376

Epoca: 162 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.734526447173993
 ## Epoca: 163 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.734000589136538
 ## Epoca: 164 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.733475436054262
 ## Epoca: 165 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.732950988160833
 ## Epoca: 166 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.732427245677426
 ## Epoca: 167 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.73190420881282
 ## Epoca: 168 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.731381877763498
 ## Epoca: 169 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.730860252713731
 ## Epoca: 170 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.730339333835685
 ## Epoca: 171 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.729819121289502
 ## Epoca: 172 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.729299615223403
 ## Epoca: 173 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.728780815773775
 ## Epoca: 174 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.728262723065265
 ## Epoca: 175 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.727745337210875
 ## Epoca: 176 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.727228658312046
 ## Epoca: 177 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.726712686458758
 ## Epoca: 178 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.726197421729613
 ## Epoca: 179 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.725682864191931
 ## Epoca: 180 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.725169013901835
 ## Epoca: 181 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.724655870904343
 ## Epoca: 182 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.724143435233459
 ## Epoca: 183 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.723631706912254
 ## Epoca: 184 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.723120685952964
 ## Epoca: 185 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.722610372357067
 ## Epoca: 186 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.722100766115382
 ## Epoca: 187 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.721591867208143
 ## Epoca: 188 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.721083675605096
 ## Epoca: 189 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.720576191265579
 ## Epoca: 190 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.720069414138609
 ## Epoca: 191 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.719563344162966
 ## Epoca: 192 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.719057981267281
 ## Epoca: 193 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.718553325370115
 ## Epoca: 194 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.718049376380048
 ## Epoca: 195 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.717546134195757
 ## Epoca: 196 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.717043598706104
 ## Epoca: 197 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.716541769790214
 ## Epoca: 198 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.716040647317561
 ## Epoca: 199 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.715540231148047
 ## Epoca: 200 - Tasa: 0.7133333333333333 - Error: 0.715040521132084
 ## Epoca: 1 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 1.00538534264235
 ## Epoca: 2 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.994001506764224
 ## Epoca: 3 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.991328445685871
 ## Epoca: 4 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.98864985870986
 ## Epoca: 5 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.985976452926113
 ## Epoca: 6 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.983308288710196
 ## Epoca: 7 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.980645411660857
 ## Epoca: 8 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.977987866435988
 ## Epoca: 9 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.975335696781321
 ## Epoca: 10 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.97268894554146
 ## Epoca: 11 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.97004765467076
 ## Epoca: 12 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.967411865244058
 ## Epoca: 13 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.964781617467275
 ## Epoca: 14 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.962156950687882
 ## Epoca: 15 - Tasa: 0.5866666666666667 - Error: 0.959537903405242

Epoca: 16 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.956924513280813
 ## Epoca: 17 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.954316817148233
 ## Epoca: 18 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.951714851023279
 ## Epoca: 19 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.949118650113704
 ## Epoca: 20 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.946528248828953
 ## Epoca: 21 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.943943680789765
 ## Epoca: 22 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.941364978837656
 ## Epoca: 23 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.938792175044291
 ## Epoca: 24 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.936225300720745
 ## Epoca: 25 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.933664386426654
 ## Epoca: 26 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.931109461979258
 ## Epoca: 27 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.928560556462342
 ## Epoca: 28 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.926017698235069
 ## Epoca: 29 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.923480914940715
 ## Epoca: 30 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.920950233515302
 ## Epoca: 31 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.918425680196138
 ## Epoca: 32 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.915907280530255
 ## Epoca: 33 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.913395059382754
 ## Epoca: 34 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.910889040945061
 ## Epoca: 35 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.908389248743086
 ## Epoca: 36 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.905895705645301
 ## Epoca: 37 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.903408433870719
 ## Epoca: 38 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.900927454996798
 ## Epoca: 39 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.898452789967253
 ## Epoca: 40 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.895984459099784
 ## Epoca: 41 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.893522482093731
 ## Epoca: 42 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.891066878037635
 ## Epoca: 43 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.888617665416731
 ## Epoca: 44 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.886174862120361
 ## Epoca: 45 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.883738485449301
 ## Epoca: 46 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.88130855212303
 ## Epoca: 47 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.878885078286906
 ## Epoca: 48 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.876468079519285
 ## Epoca: 49 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.874057570838558
 ## Epoca: 50 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.871653566710119
 ## Epoca: 51 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.869256081053271
 ## Epoca: 52 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.86686512724805
 ## Epoca: 53 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.864480718141995
 ## Epoca: 54 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.862102866056843
 ## Epoca: 55 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.859731582795162
 ## Epoca: 56 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.857366879646918
 ## Epoca: 57 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.855008767395977
 ## Epoca: 58 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.852657256326552
 ## Epoca: 59 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.850312356229574
 ## Epoca: 60 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.847974076409017
 ## Epoca: 61 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.845642425688152
 ## Epoca: 62 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.843317412415747
 ## Epoca: 63 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.840999044472206
 ## Epoca: 64 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.838687329275651
 ## Epoca: 65 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.836382273787948
 ## Epoca: 66 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.834083884520672
 ## Epoca: 67 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.831792167541021
 ## Epoca: 68 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.829507128477674
 ## Epoca: 69 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.827228772526591

Epoca: 70 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.824957104456765
Epoca: 71 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.822692128615912
Epoca: 72 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.820433848936119
Epoca: 73 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.818182268939432
Epoca: 74 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.815937391743393
Epoca: 75 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.813699220066532
Epoca: 76 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.811467756233799
Epoca: 77 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.809243002181956
Epoca: 78 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.807024959464911
Epoca: 79 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.804813629259009
Epoca: 80 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.802609012368269
Epoca: 81 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.800411109229578
Epoca: 82 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.798219919917837
Epoca: 83 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.796035444151052
Epoca: 84 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.793857681295389
Epoca: 85 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.791686630370176
Epoca: 86 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.789522290052858
Epoca: 87 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.787364658683913
Epoca: 88 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.785213734271715
Epoca: 89 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.783069514497359
Epoca: 90 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.780931996719431
Epoca: 91 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.778801177978749
Epoca: 92 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.776677055003048
Epoca: 93 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.774559624211623
Epoca: 94 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.772448881719935
Epoca: 95 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.770344823344168
Epoca: 96 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.768247444605745
Epoca: 97 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.766156740735803
Epoca: 98 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.764072706679626
Epoca: 99 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.761995337101034
Epoca: 100 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.759924626386733
Epoca: 101 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.757860568650622
Epoca: 102 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.755803157738059
Epoca: 103 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.753752387230093
Epoca: 104 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.751708250447641
Epoca: 105 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.749670740455642
Epoca: 106 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.747639850067161
Epoca: 107 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.745615571847451
Epoca: 108 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.743597898117989
Epoca: 109 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.741586820960455
Epoca: 110 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.73958233222069
Epoca: 111 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.737584423512601
Epoca: 112 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.735593086222035
Epoca: 113 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.733608311510616
Epoca: 114 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.731630090319537
Epoca: 115 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.729658413373323
Epoca: 116 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.727693271183553
Epoca: 117 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.72573465405254
Epoca: 118 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.723782552076982
Epoca: 119 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.721836955151572
Epoca: 120 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.719897852972571
Epoca: 121 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.717965235041348
Epoca: 122 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.71603909066788
Epoca: 123 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.714119408974219

Epoca: 124 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.712206178897922
 ## Epoca: 125 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.710299389195445
 ## Epoca: 126 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.708399028445503
 ## Epoca: 127 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.706505085052397
 ## Epoca: 128 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.704617547249299
 ## Epoca: 129 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.702736403101514
 ## Epoca: 130 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.700861640509692
 ## Epoca: 131 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.698993247213024
 ## Epoca: 132 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.697131210792387
 ## Epoca: 133 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.695275518673469
 ## Epoca: 134 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.693426158129849
 ## Epoca: 135 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.691583116286054
 ## Epoca: 136 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.689746380120573
 ## Epoca: 137 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.687915936468849
 ## Epoca: 138 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.686091772026227
 ## Epoca: 139 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.684273873350875
 ## Epoca: 140 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.682462226866677
 ## Epoca: 141 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.680656818866084
 ## Epoca: 142 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.678857635512942
 ## Epoca: 143 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.677064662845282
 ## Epoca: 144 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.675277886778086
 ## Epoca: 145 - Tasa: 0.586666666666667 - Error: 0.673497293106009
 ## Epoca: 146 - Tasa: 0.64 - Error: 0.671722867506085
 ## Epoca: 147 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.669954595540391
 ## Epoca: 148 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.668192462658687
 ## Epoca: 149 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.666436454201019
 ## Epoca: 150 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.6646865554003
 ## Epoca: 151 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.662942751384852
 ## Epoca: 152 - Tasa: 0.686666666666667 - Error: 0.661205027180928
 ## Epoca: 153 - Tasa: 0.713333333333333 - Error: 0.659473367715191
 ## Epoca: 154 - Tasa: 0.72 - Error: 0.65774775781718
 ## Epoca: 155 - Tasa: 0.72 - Error: 0.656028182221733
 ## Epoca: 156 - Tasa: 0.76 - Error: 0.654314625571387
 ## Epoca: 157 - Tasa: 0.76 - Error: 0.652607072418749
 ## Epoca: 158 - Tasa: 0.76 - Error: 0.650905507228839
 ## Epoca: 159 - Tasa: 0.773333333333333 - Error: 0.6492099143814
 ## Epoca: 160 - Tasa: 0.773333333333333 - Error: 0.647520278173186
 ## Epoca: 161 - Tasa: 0.773333333333333 - Error: 0.645836582820217
 ## Epoca: 162 - Tasa: 0.786666666666667 - Error: 0.644158812460009
 ## Epoca: 163 - Tasa: 0.84 - Error: 0.642486951153778
 ## Epoca: 164 - Tasa: 0.84 - Error: 0.640820982888608
 ## Epoca: 165 - Tasa: 0.84 - Error: 0.639160891579606
 ## Epoca: 166 - Tasa: 0.84 - Error: 0.637506661072016
 ## Epoca: 167 - Tasa: 0.84 - Error: 0.635858275143314
 ## Epoca: 168 - Tasa: 0.84 - Error: 0.634215717505276
 ## Epoca: 169 - Tasa: 0.84 - Error: 0.632578971806015
 ## Epoca: 170 - Tasa: 0.84 - Error: 0.630948021632
 ## Epoca: 171 - Tasa: 0.84 - Error: 0.629322850510039
 ## Epoca: 172 - Tasa: 0.84 - Error: 0.627703441909247
 ## Epoca: 173 - Tasa: 0.873333333333333 - Error: 0.626089779242975
 ## Epoca: 174 - Tasa: 0.873333333333333 - Error: 0.62448184587073
 ## Epoca: 175 - Tasa: 0.873333333333333 - Error: 0.622879625100055
 ## Epoca: 176 - Tasa: 0.9 - Error: 0.621283100188395
 ## Epoca: 177 - Tasa: 0.9 - Error: 0.619692254344928

```
## Epoca: 178 - Tasa: 0.9 - Error: 0.618107070732384
## Epoca: 179 - Tasa: 0.9 - Error: 0.616527532468827
## Epoca: 180 - Tasa: 0.9 - Error: 0.614953622629421
## Epoca: 181 - Tasa: 0.9 - Error: 0.61338532424817
## Epoca: 182 - Tasa: 0.906666666666667 - Error: 0.611822620319634
```

- 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("../PUB/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()

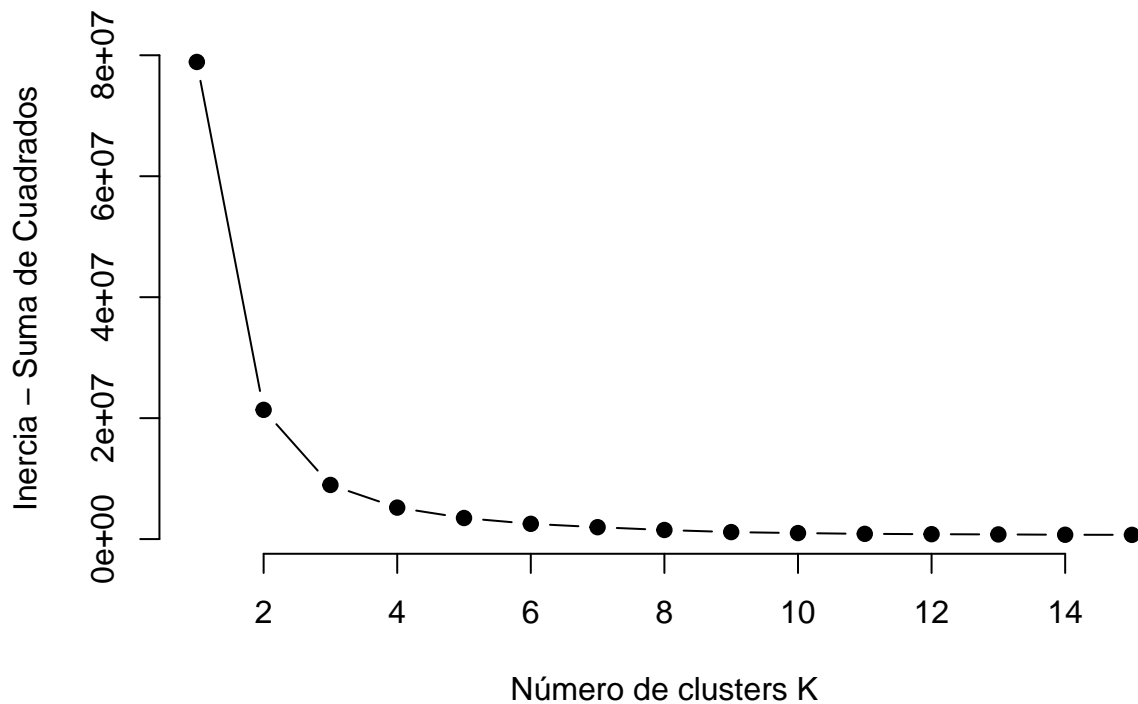
# Primeros seis registros del dataset
head(datos_merval)
```

```
##      [,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()))

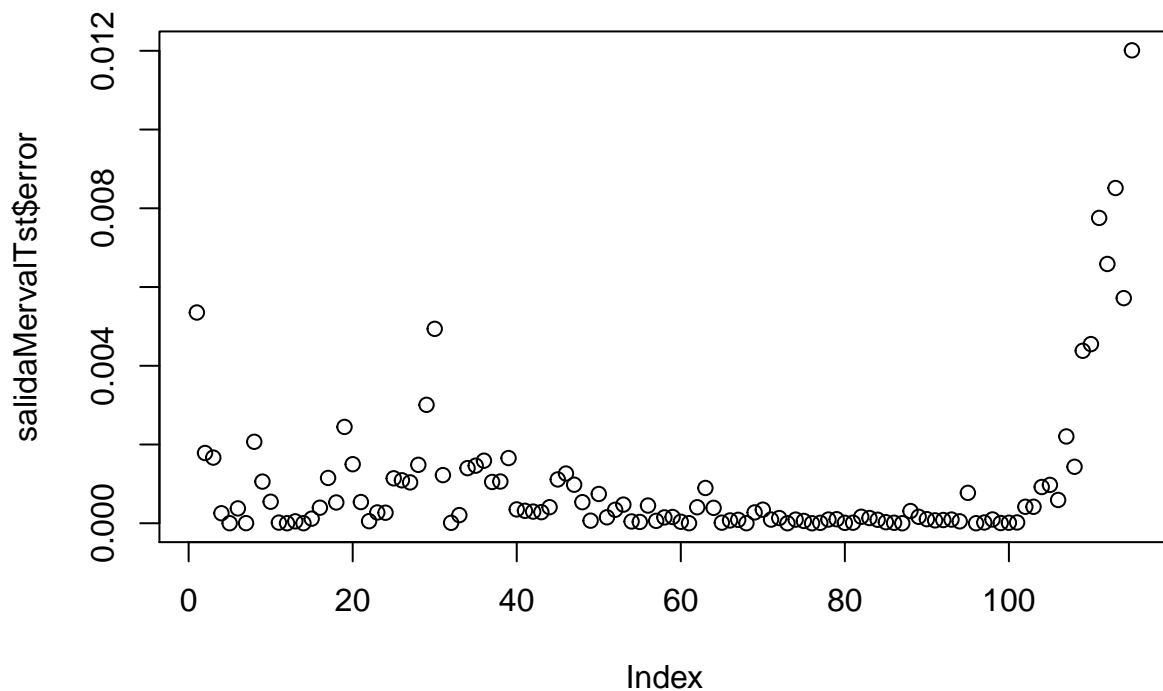
```

- 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] 0.0009814814
```

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

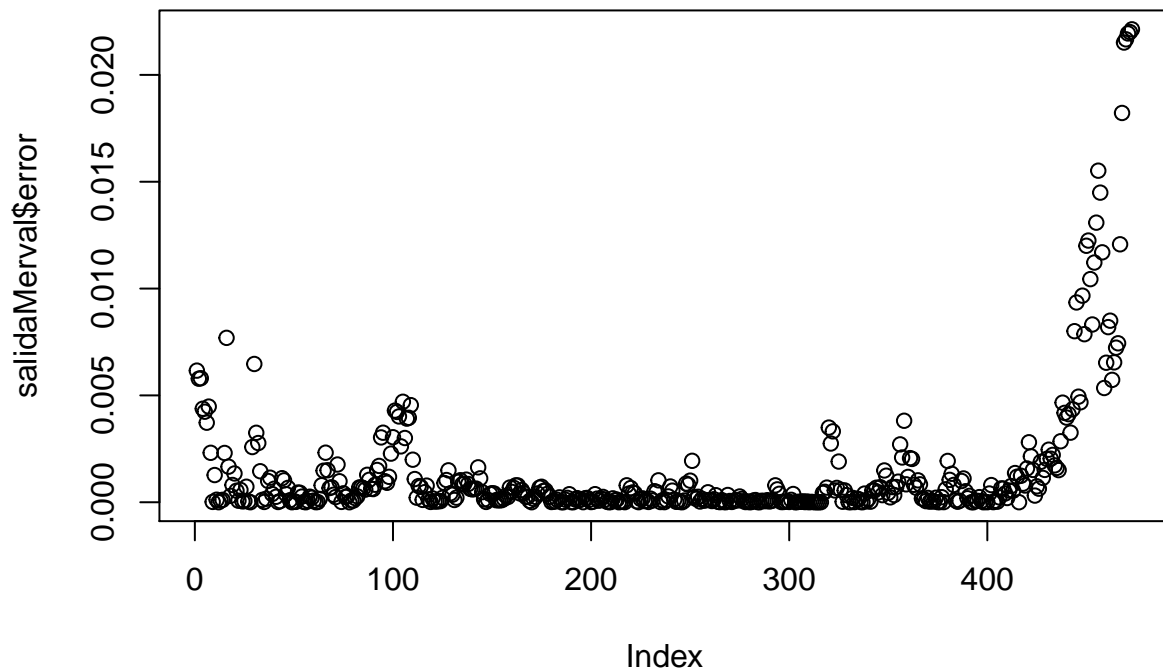
```
# Generamos el modelo
if (calcular) {
  modeloMerval <- redRBF(datos_x, datos_y, nroGaussianas = 4, funcion = "lineal", pnu = 0.01,
    pepoca = 200000, pcritFinalizacion = 0.95, ptolerencia = 0.1)
}
```

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)
```

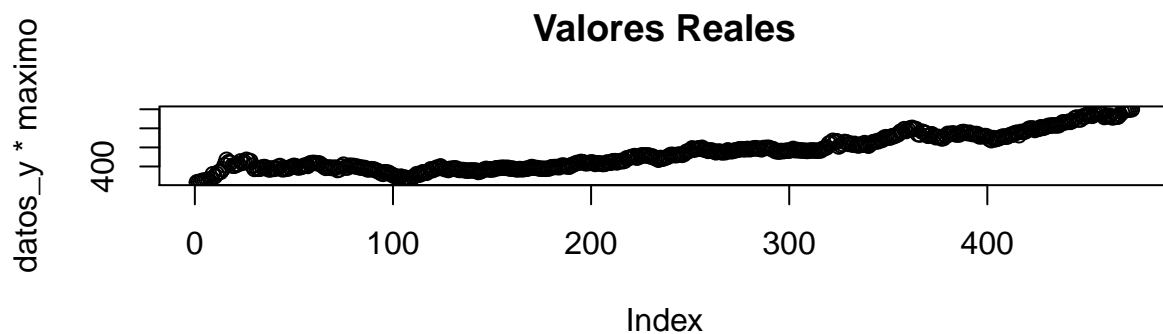
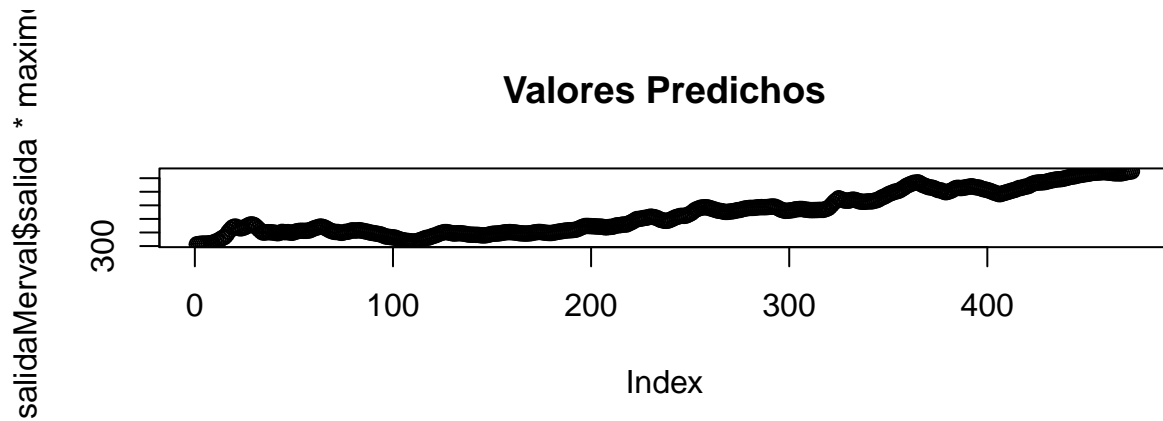


```
#Error cuadrático medio
errorMedio <- sum(salidaMerval$error) / length(salidaMerval$error)
errorMedio
```

```
## [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")
}
```

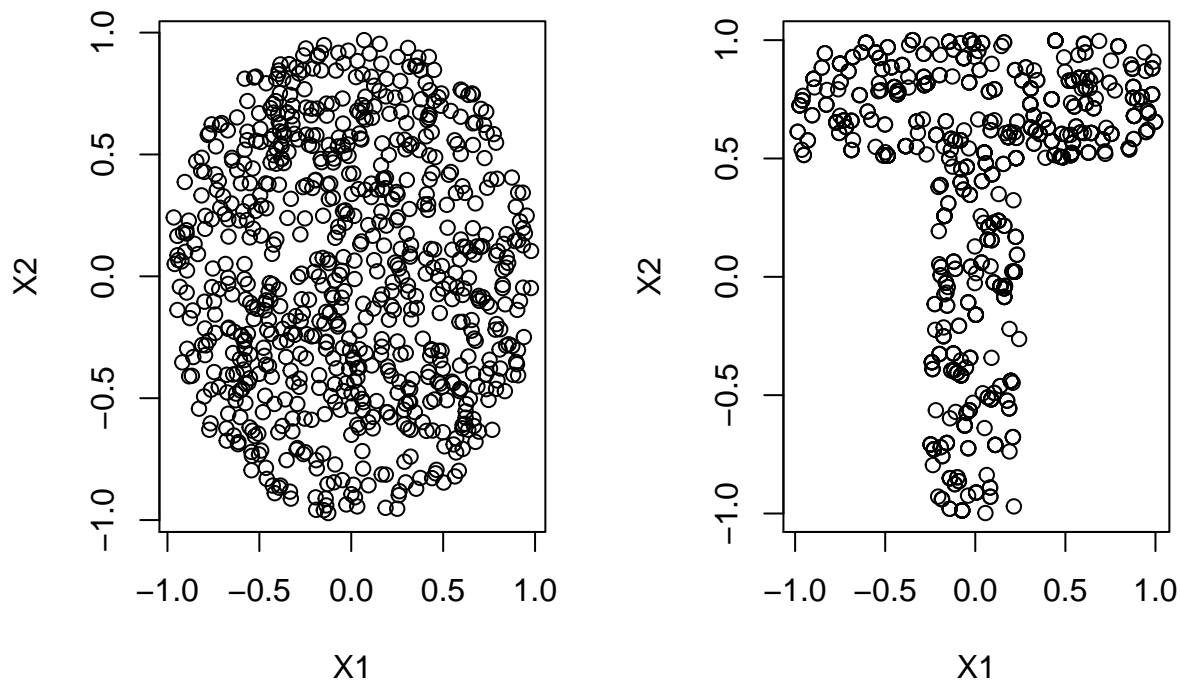
Ejercicio 3

- 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

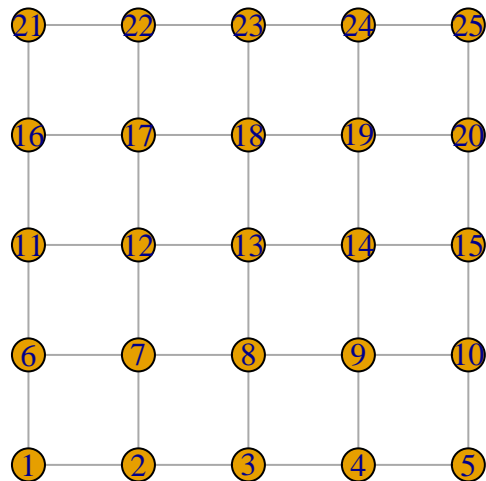
inicializarGrilla <- function(cantidadNodos, forma = "cuadrada") {
  if(forma == "cuadrada") {
    # Defino conexiones entre puntos
    g <- make_lattice( c(cantidadNodos,cantidadNodos) )
    # Defino la ubicación de los puntos en el gráfico
    # Se distribuyen en un cuadrado de 1 por 1 para trabajar 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

```

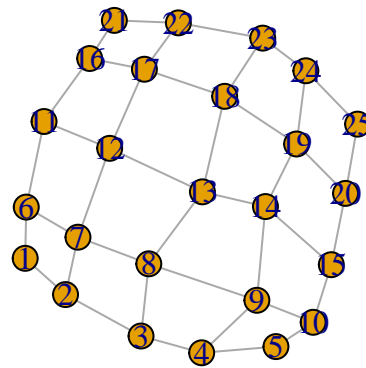
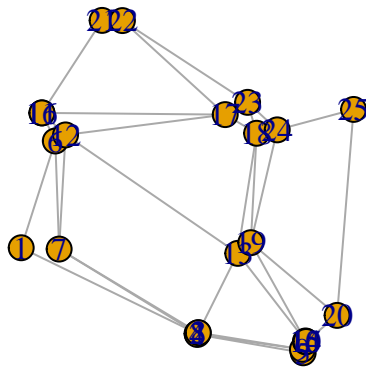
```

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)

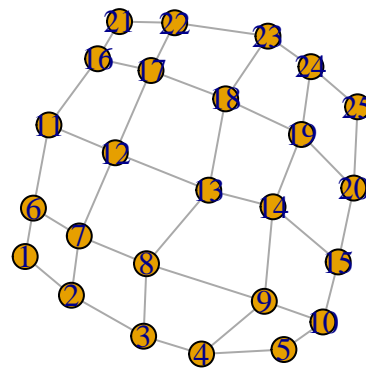
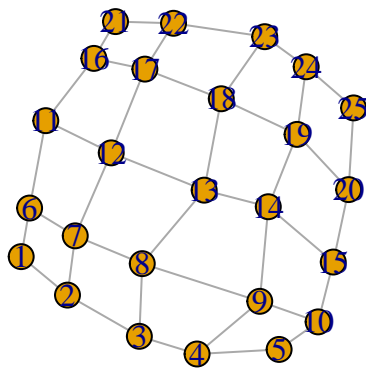
```



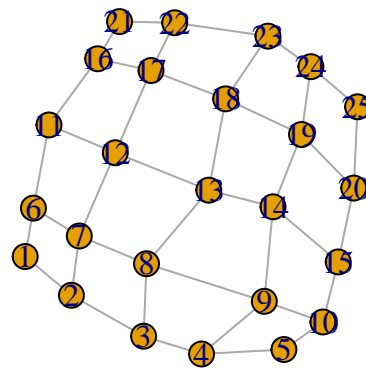
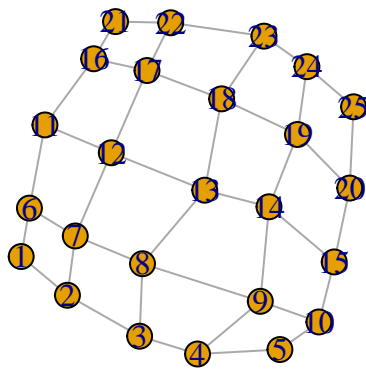
```

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)

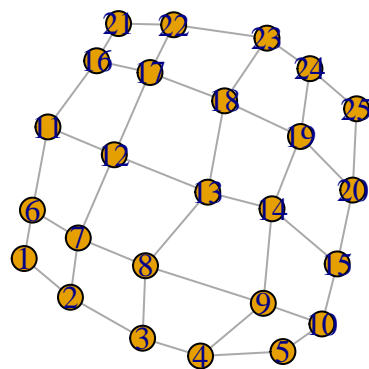
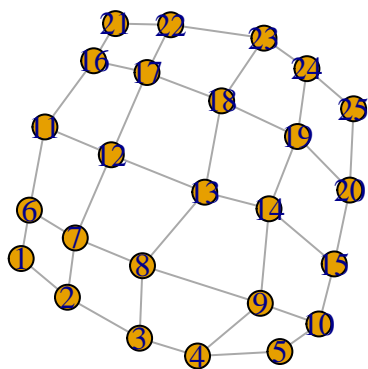
```

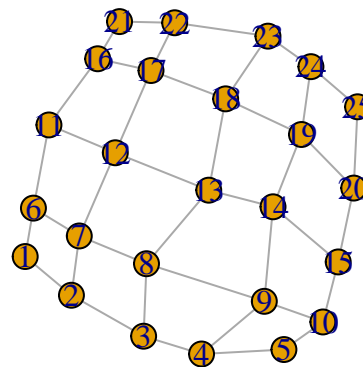
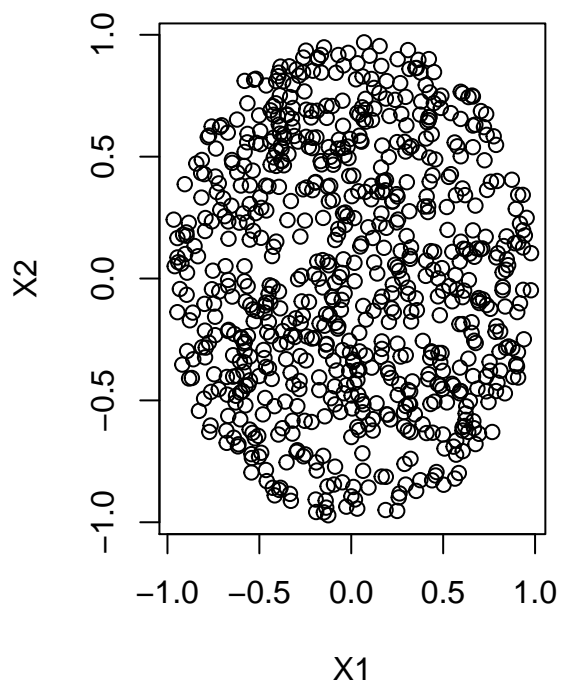
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloCirculo$graficas[[10]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[10]]$miLayout)
plot(modeloCirculo$graficas[[15]]$g, layout=modeloCirculo$graficas[[15]]$miLayout)
```



```
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)
```

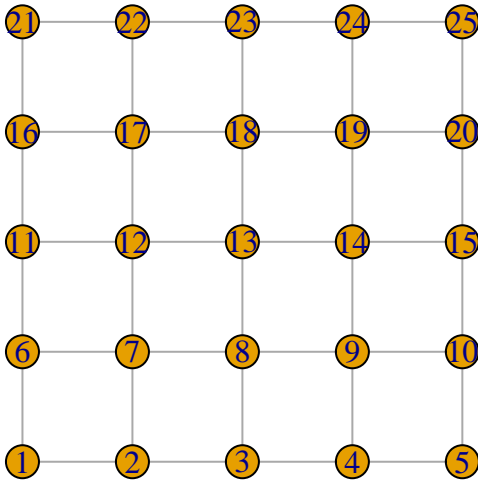


```
par(mfrow=c(1,2))
plot(circulo)
plot(modeloCirculo$graficas[[modeloCirculo$epocas]]$g,
      layout=modeloCirculo$graficas[[modeloCirculo$epocas]]$miLayout)
```



- Inicialización de Grilla SOM - Te

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



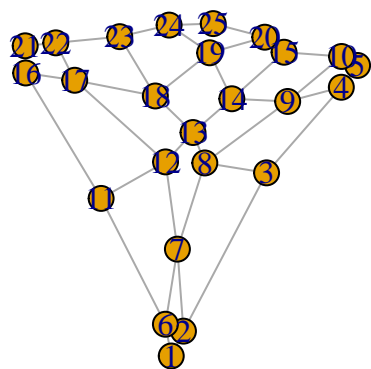
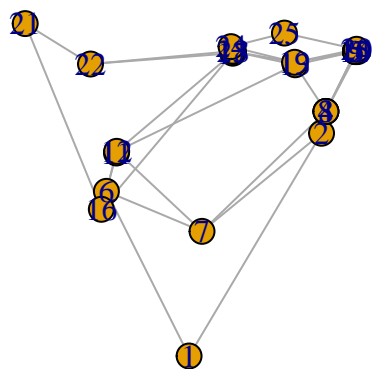
```
g      <- grillaSOM$g
miLayout <- grillaSOM$miLayout
```

- Entrenamiento de la res SOM - Te

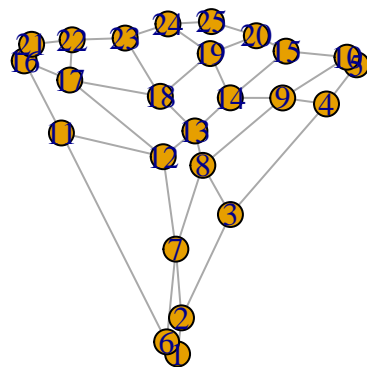
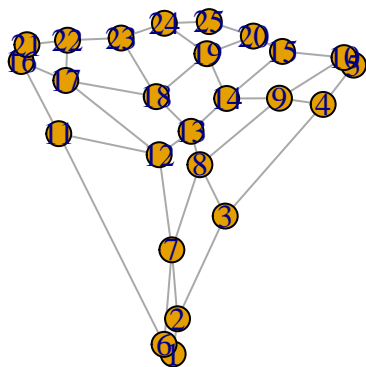
```
datos <- te
nu <- 0.4
cantidadEpocas <- 30
entorno <- 3

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

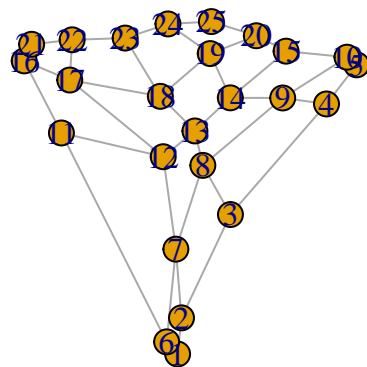
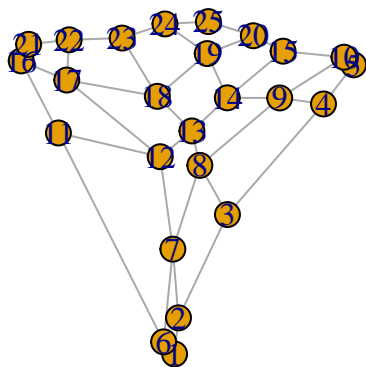
# Graficas:
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTe$graficas[[1]]$g, layout=modeloTe$graficas[[1]]$miLayout)
plot(modeloTe$graficas[[2]]$g, layout=modeloTe$graficas[[2]]$miLayout)
```



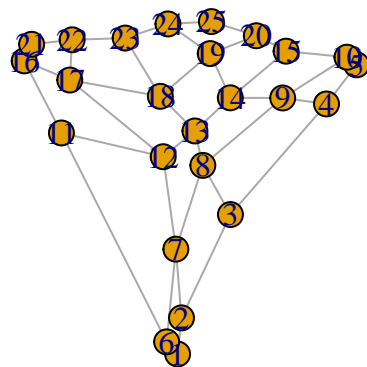
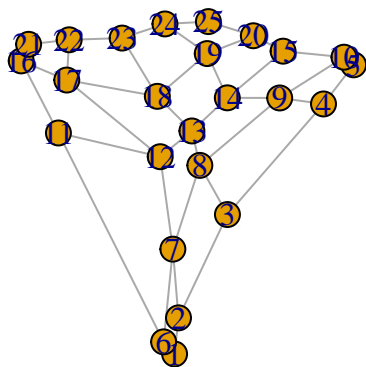
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTe$graficas[[3]]$g, layout=modeloTe$graficas[[3]]$miLayout)
plot(modeloTe$graficas[[5]]$g, layout=modeloTe$graficas[[5]]$miLayout)
```



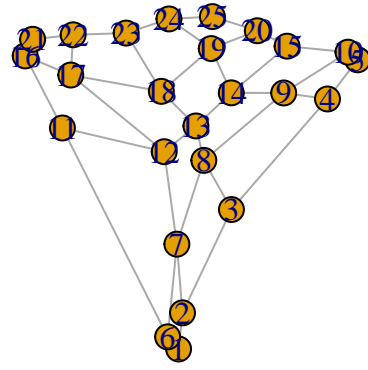
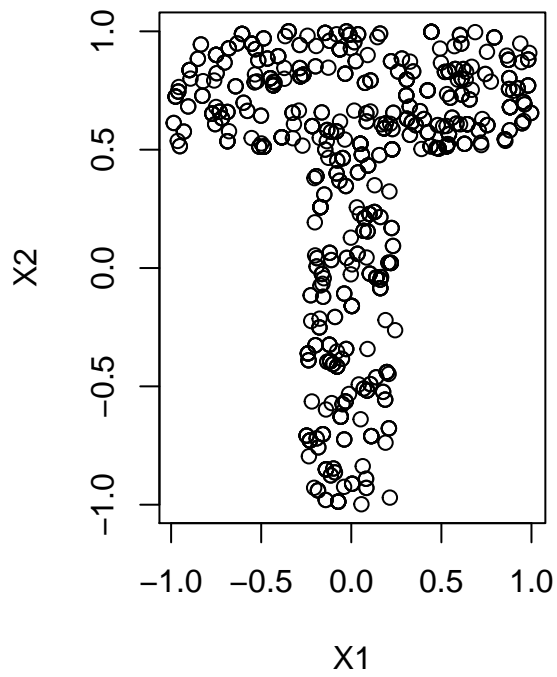
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTe$graficas[[10]]$g, layout=modeloTe$graficas[[10]]$miLayout)
plot(modeloTe$graficas[[15]]$g, layout=modeloTe$graficas[[15]]$miLayout)
```



```
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")
```



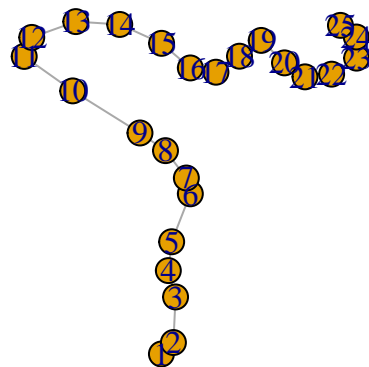
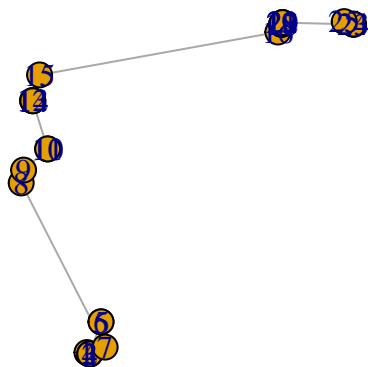
```
g      <- grillaSOM$g
miLayout <- grillaSOM$miLayout
```

- Entrenamiento de la res SOM Unidimensional - Te

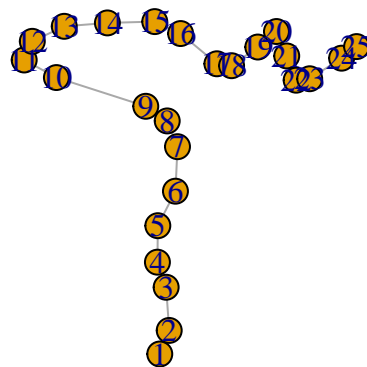
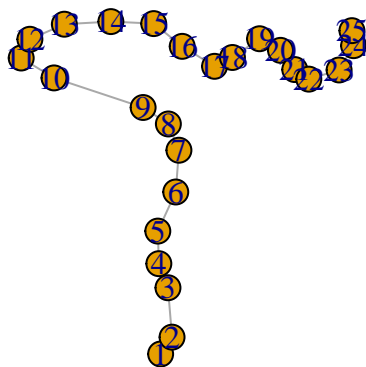
```
datos <- te
nu <- 0.4
cantidadEpocas <- 30
cantidadNodos <- 5
entorno <- 7

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

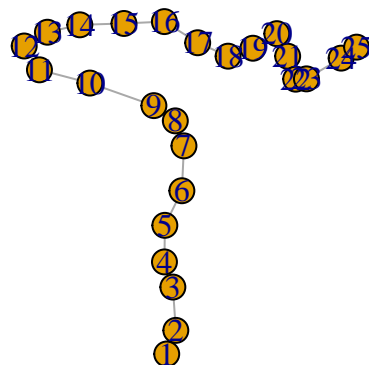
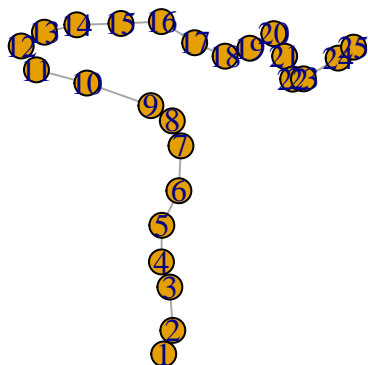
# Graficas:
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTeUni$graficas[[1]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[1]]$miLayout)
plot(modeloTeUni$graficas[[2]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[2]]$miLayout)
```



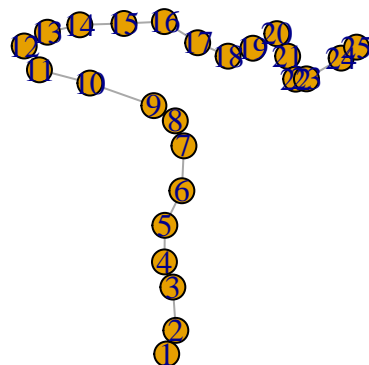
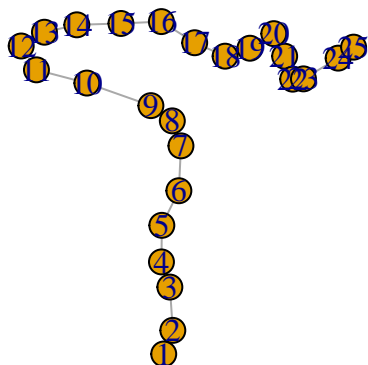
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTeUni$graficas[[3]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[3]]$miLayout)
plot(modeloTeUni$graficas[[5]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[5]]$miLayout)
```



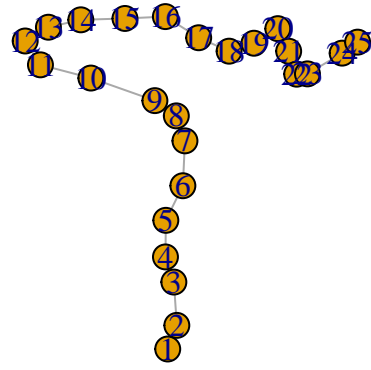
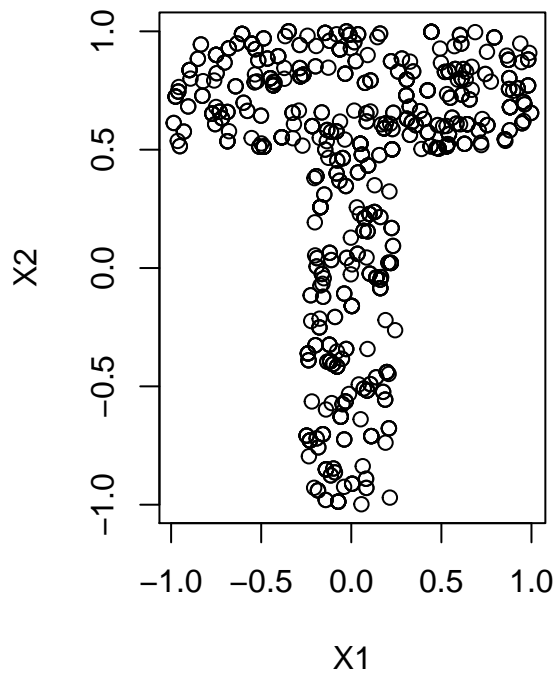
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloTeUni$graficas[[10]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[10]]$miLayout)
plot(modeloTeUni$graficas[[15]]$g, layout=modeloTeUni$graficas[[15]]$miLayout)
```



```
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.

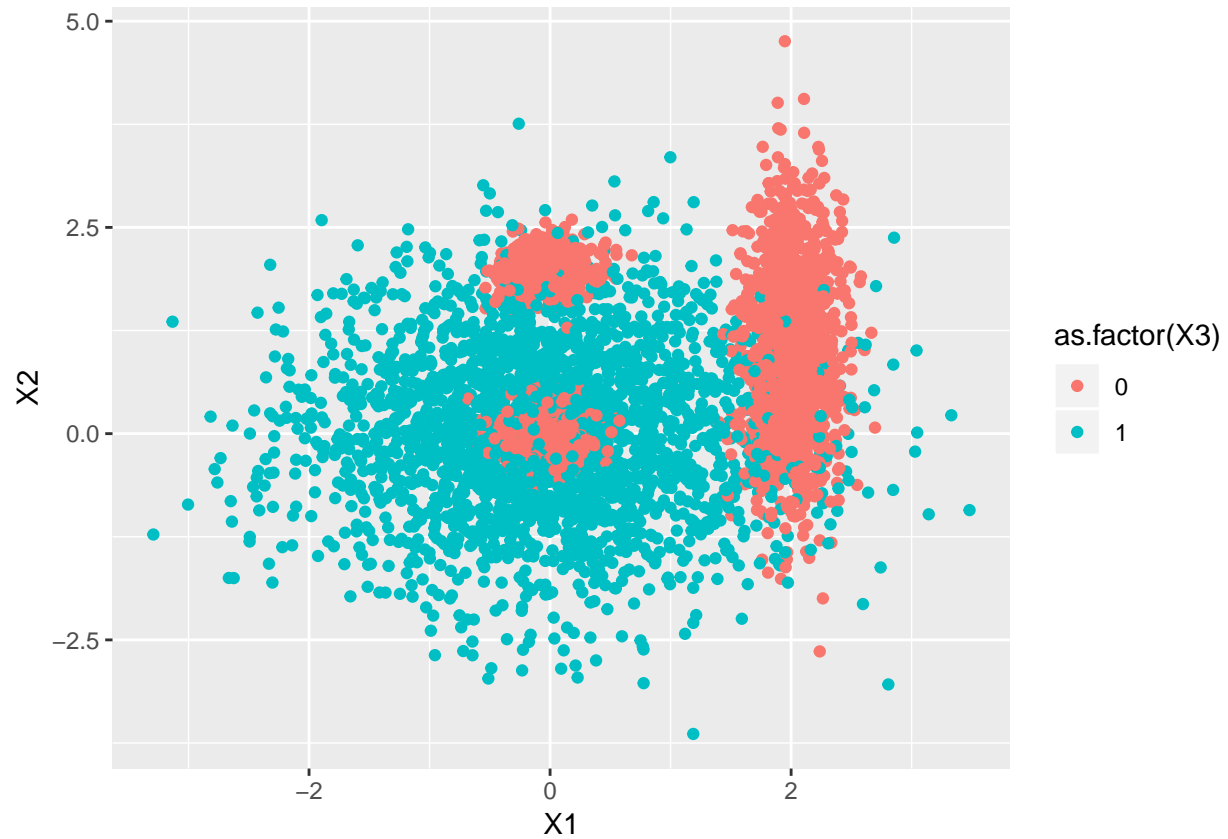
Ejercicio 4

- Lectura de datos

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

- Graficamos los datos de entrada

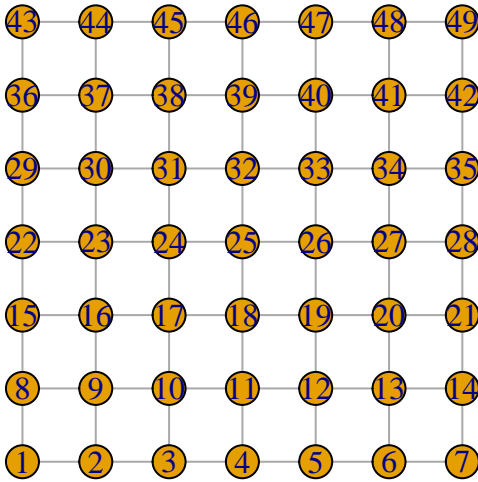
```
ggplot(data=clouds, aes(x=X1, y=X2,color=as.factor(X3)))+geom_point()
```

- 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")
```



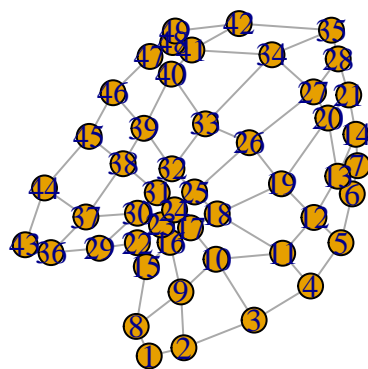
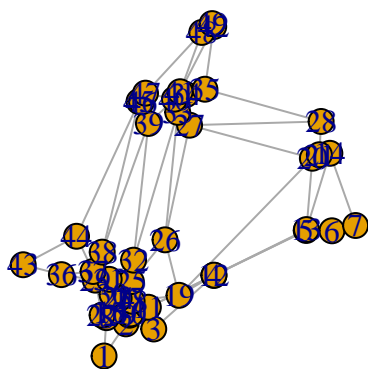
```
g      <- grillaSOM$g
miLayout <- grillaSOM$miLayout
```

- Entrenamiento de la res SOM - Clouds

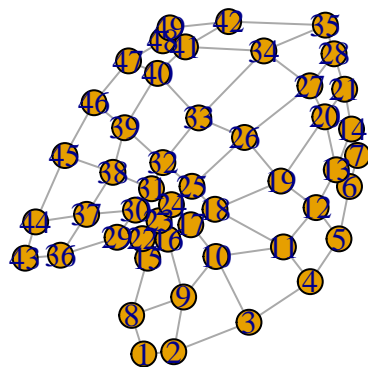
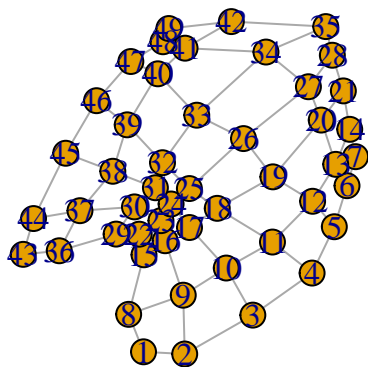
```
datos <- clouds[,c(1,2)]
nu <- 0.4
cantidadEpocas <- 30
cantidadNodos <- 7
entorno <- 3

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

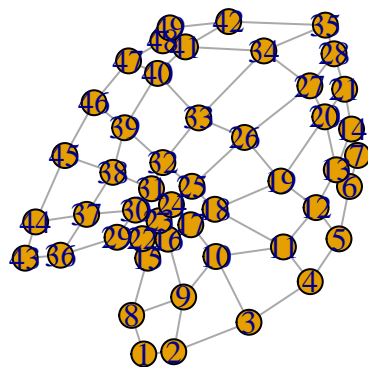
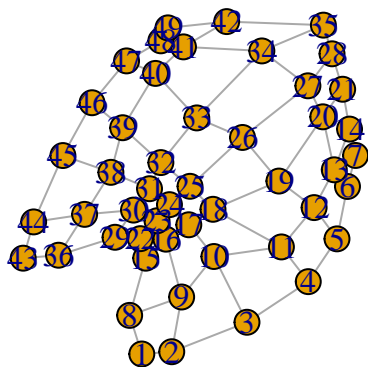
# Graficas:
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloClouds$graficas[[1]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[1]]$miLayout)
plot(modeloClouds$graficas[[2]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[2]]$miLayout)
```



```
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)
```



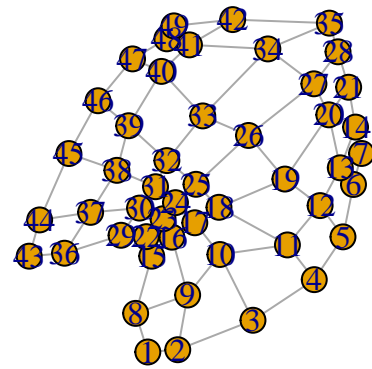
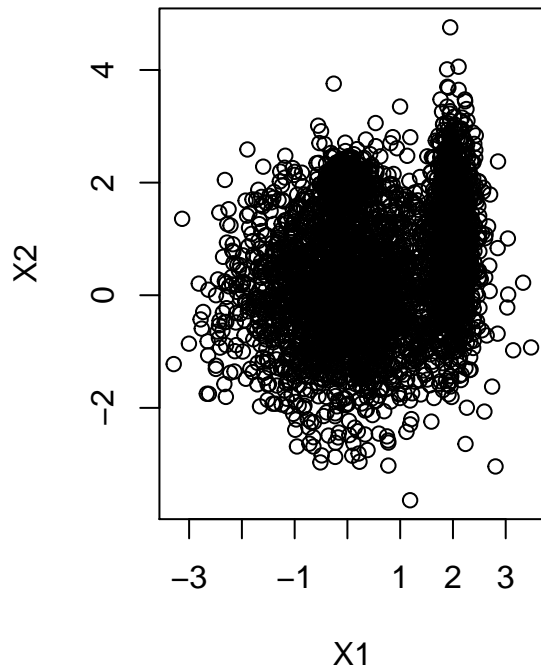
```
par(mfrow=c(1,2))
plot(modeloClouds$graficas[[10]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[10]]$miLayout)
plot(modeloClouds$graficas[[15]]$g, layout=modeloClouds$graficas[[15]]$miLayout)
```



```

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
```

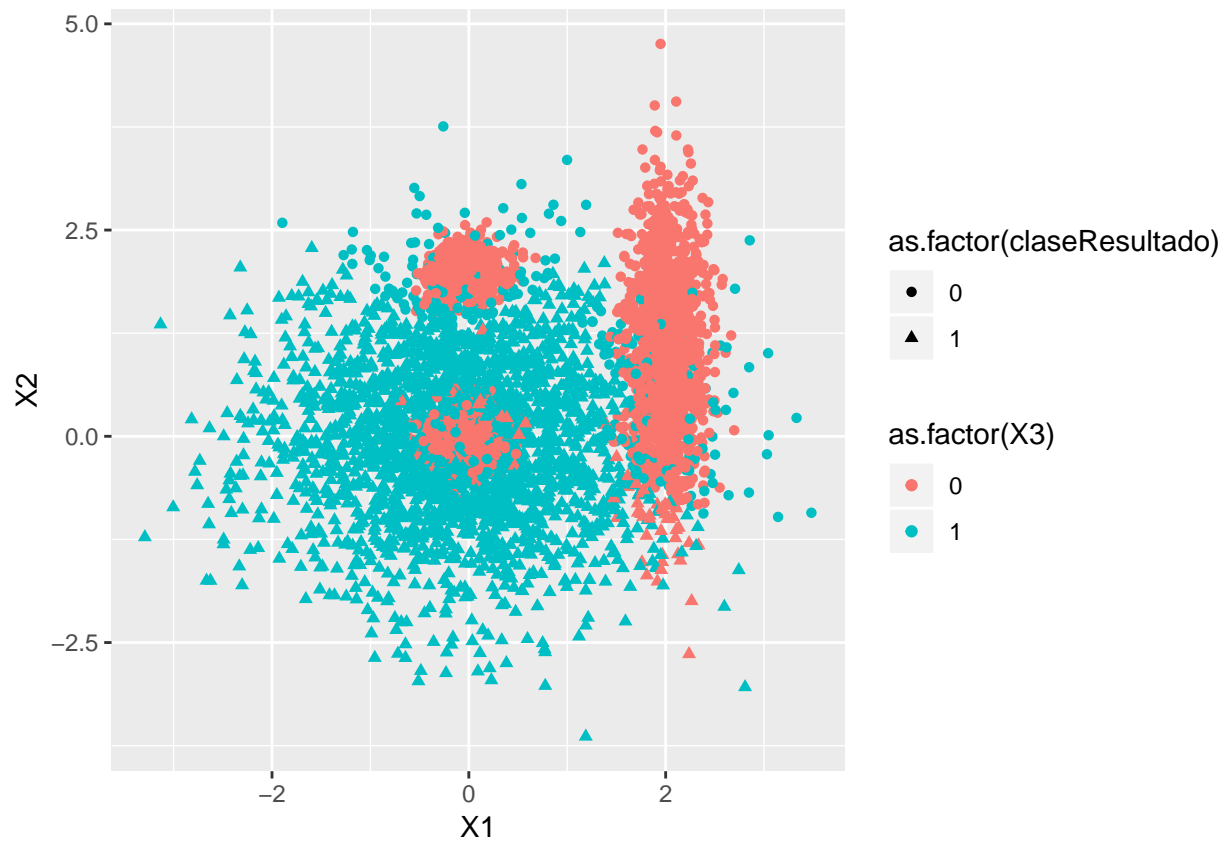
```

# 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")
}
```