Análisis Factorial

Sánchez Juárez Lino Oswaldo

2022-04-18

Análisis Factorial

Introducción

Con el análisis factorial lo que en esencia queremos hacer es reducir la dimensionalidad de un grupo de variables en factores y que tiene como objetivo explicar las posibles correlaciones entre las variables.teniendo en cuenta el efecto de otros factores, que no son observables.

Este análisis se origino en la psicometría que tiene múltiples usos en las ciencias sociales; el análisis factorial puede aplicarse de dos formas el exploratorio y el confirmatorio, en el primero se busca reducir el numero de variables y observar si existen correlación entre estas variables en los factores creados, en el segundo, se trata de determinar si el número de factores obtenidos y sus cargas se corresponden con los que cabría esperar.

Matriz de trabajo

1.- Se trabajo con la matriz **statex77** , extraída del paquete **datos** que se encuentra precargada en R, es una matriz de datos cuantitativos y contiene información de los de los estados de *Los Estados Unidos de Norte América*.

```
x<-as.data.frame(state.x77)
```

2.- Quitar los espacios de los nombres de las variables de las columnas 4 y 6 para no tener problemas.

```
colnames(x)[4]="Life.Exp"
colnames(x)[6]= "HS.Grad"
```

3.- Separa n (estados) y p (variables), para en una tener el número de individuos y en la otra el número de variables.

```
n<-dim(x)[1]
p<-dim(x)[2]
```

Exploración de la matriz.

1.- Dimensión de la matriz. La matriz cuenta con 50 observaciones y 8 variables.

```
dim(x)
```

```
## [1] 50  8
```

2.-Tipo de variables.

```
str(x)
```

```
## 'data.frame':    50 obs. of  8 variables:
##  $ Population: num  3615 365 2212 2110 21198 ...
##  $ Income    : num  3624 6315 4530 3378 5114 ...
##  $ Illiteracy: num  2.1 1.5 1.8 1.9 1.1 0.7 1.1 0.9 1.3 2 ...
##  $ Life.Exp  : num  69 69.3 70.5 70.7 71.7 ...
##  $ Murder    : num  15.1 11.3 7.8 10.1 10.3 6.8 3.1 6.2 10.7 13.9 ...
##  $ HS.Grad   : num  41.3 66.7 58.1 39.9 62.6 63.9 56 54.6 52.6 40.6 ...
##  $ Frost     : num  20 152 15 65 20 166 139 103 11 60 ...
##  $ Area      : num  50708 566432 113417 51945 156361 ...
```

Podemos observar que en la matriz de datos las variables son cuantitativa es importante para el análisis.

3.- Nombre de las variables.

```
colnames(x)
```

```
## [1] "Population" "Income"     "Illiteracy" "Life.Exp"   "Murder"
## [6] "HS.Grad"    "Frost"      "Area"
```

Observamos el nombre de las columnas. 4.- Se buscan datos perdidos en la matriz.

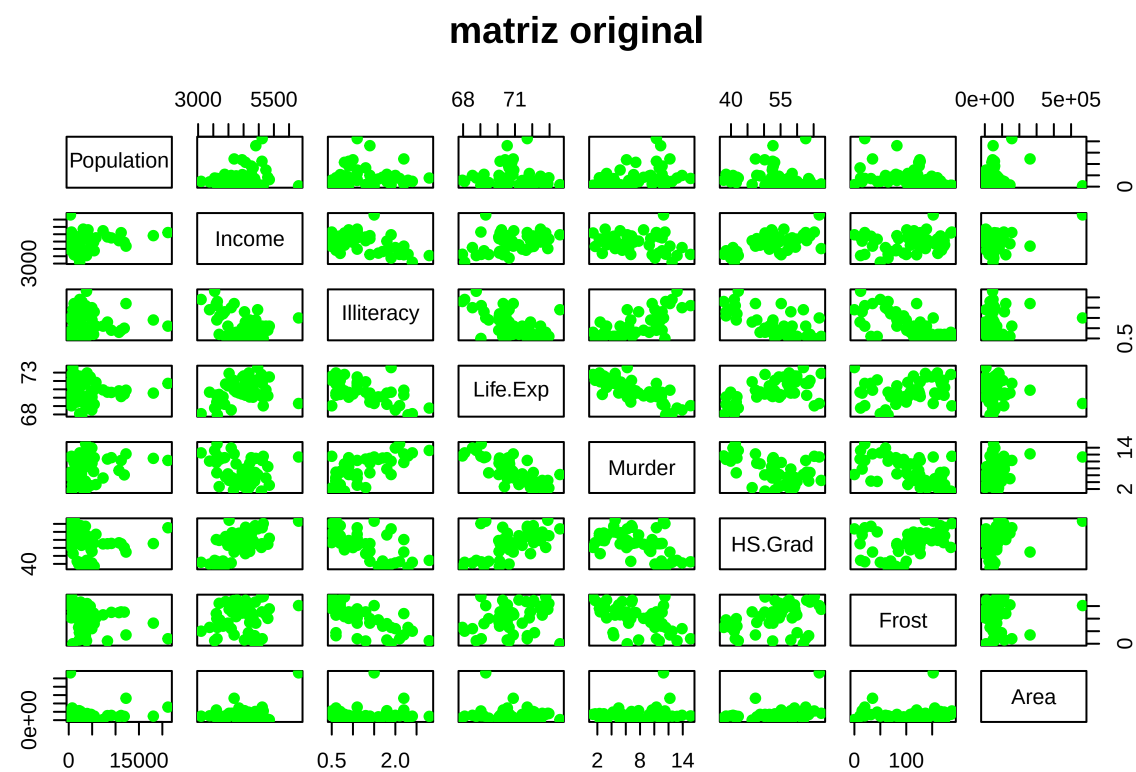
```
anyNA(x)
```

```
## [1] FALSE
```

No tenemos valores nulos en la matriz.

4.- Generación de un **scater plot** para la visualización de variables originales.

```
pairs(x, col="green", pch=19, main="matriz original")
```



Aquí podemos ver los datos originales y las correlaciones. podemos observar en la parte central del gráfico correlaciones positivas y negativas, pero si miramos la parte de más exterior de del gráfico la correlación es prácticamente nula.

Transformación logaritmica a tres variables.

1.- Aplicamos logaritmo para las columnas 1,3 y 8 por que las cantidades que contienen son cifras muy altas y esto nos puede causar problemas en el análisis, esto nos ayuda a reducir estas cantidades.

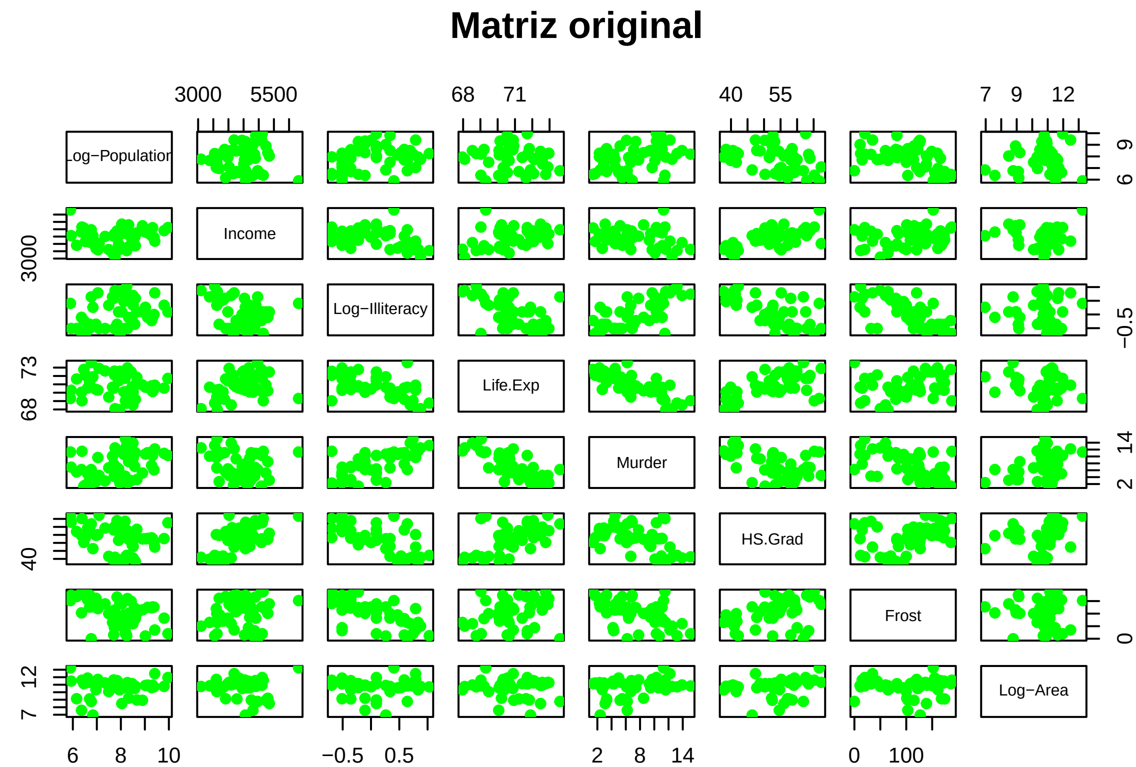
```
x[,1]<-log(x[,1])
colnames(x)[1]<-"Log-Population"

x[,3]<-log(x[,3])
colnames(x)[3]<-"Log-Illiteracy"

x[,8]<-log(x[,8])
colnames(x)[8]<-"Log-Area"
```

2.-Gráfico scater para la visualización de la matriz original con 3 variables a las que se les aplico el logaritmo.

```
pairs(x,col="green", pch=19, main="Matriz original")
```



Podemos ver que las correlaciones cambiaron un poco y las correlaciones mejoraron un poco mas y eso lo podemos corroborar visualmente, *Nota* Como las variables tiene diferentes unidades de medida, se va a implementar la matriz de correlaciones para estimar la matriz de carga.

Reduccion de la dimensionalidad

Análsis Factorial de componentes principales (PCFA)

1.- Calcular la matriz de medias y de correlaciones. ## Matriz de medias

```
mu<-colMeans(x)
mu
```

```
## Log-Population          Income Log-Illiteracy        Life.Exp          Murder
##   7.863443e+00    4.435800e+03    3.128251e-02    7.087860e+01    7.378000e+00
##        HS.Grad           Frost        Log-Area
##   5.310800e+01    1.044600e+02    1.066237e+01
```

Matriz de correlaciones.

```
R<-cor(x)
R
```

```
##                 Log-Population       Income Log-Illiteracy   Life.Exp     Murder
## Log-Population     1.00000000  0.034963788     0.28371749 -0.1092630  0.3596542
## Income             0.03496379  1.000000000    -0.35147773  0.3402553 -0.2300776
## Log-Illiteracy     0.28371749 -0.351477726     1.00000000 -0.5699943  0.6947320
## Life.Exp          -0.10926301  0.340255339    -0.56999432  1.0000000 -0.7808458
## Murder             0.35965424 -0.230077610     0.69473198 -0.7808458  1.0000000
## HS.Grad           -0.32211720  0.619932323    -0.66880911  0.5822162 -0.4879710
## Frost             -0.45809012  0.226282179    -0.67656232  0.2620680 -0.5388834
## Log-Area           0.08541473 -0.007462068    -0.05830524 -0.1086351  0.2963133
##                   HS.Grad       Frost     Log-Area
## Log-Population -0.3221172 -0.45809012  0.085414734
## Income          0.6199323  0.22628218 -0.007462068
## Log-Illiteracy -0.6688091 -0.67656232 -0.058305240
## Life.Exp        0.5822162  0.26206801 -0.108635052
## Murder         -0.4879710 -0.53888344  0.296313252
## HS.Grad         1.0000000  0.36677970  0.196743429
## Frost           0.3667797  1.00000000 -0.021211992
## Log-Area        0.1967434 -0.02121199  1.000000000
```

1.- Calcular los valores y vectores propios.

```
eR<-eigen(R)
```

2.- Valores propios

```
eigen.val<-eR$values
eigen.val
```

```
## [1] 3.6796976 1.3201021 1.1357357 0.7517550 0.6168266 0.2578511 0.1366186
## [8] 0.1014132
```

3.- Vectores propios

```
eigen.vec<-eR$vectors
eigen.vec
```

```
##             [,1]        [,2]        [,3]       [,4]        [,5]       [,6]
## [1,] -0.23393451 -0.41410075  0.50100922  0.2983839  0.58048485  0.0969034
## [2,]  0.27298977 -0.47608715  0.24689968 -0.6449631  0.09036625 -0.3002708
## [3,] -0.45555443  0.04116196  0.12258370 -0.1824471 -0.32684654 -0.6084112
## [4,]  0.39805075 -0.04655529  0.38842376  0.4191134 -0.26287696 -0.3565095
## [5,] -0.44229774 -0.27640285 -0.21639177 -0.2610739  0.02383706  0.1803894
## [6,]  0.41916283 -0.36311753 -0.06807465 -0.1363534 -0.34015424  0.3960855
## [7,]  0.36358674  0.21893783 -0.37542494 -0.1299519  0.59896253 -0.3507630
## [8,] -0.03545293 -0.58464797 -0.57421867  0.4270918 -0.06252285 -0.3012063
##            [,7]        [,8]
## [1,] -0.1777562 -0.23622413
## [2,]  0.3285840  0.12483849
## [3,] -0.3268997 -0.39825363
## [4,] -0.3013983  0.47519991
## [5,] -0.4562245  0.60970476
## [6,] -0.4808140 -0.40675672
## [7,] -0.4202943 -0.06001175
## [8,]  0.2162424 -0.05831177
```

4.- Calcular la proporcion de variabilidad

```
prop.var<-eigen.val/sum(eigen.val)
prop.var
```

```
## [1] 0.45996220 0.16501277 0.14196697 0.09396938 0.07710332 0.03223139 0.01707733
## [8] 0.01267665
```

5.- Calcular la proporcion de variabilidad acumulada

```
prop.var.acum<-cumsum(eigen.val)/sum(eigen.val)
prop.var.acum
```

```
## [1] 0.4599622 0.6249750 0.7669419 0.8609113 0.9380146 0.9702460 0.9873233
## [8] 1.0000000
```

Estimacion de la matriz de carga

Se estima la matriz de carga usando los autovalores y autovectores. Se aplica la rotación varimax

Se hace la primera estimación de Lamda mayúscula y se calcula multiplicando la matriz de los 3 primeros autovectores por la matriz diagonal formada por la raíz cuadrada de los primeros 3 autovalores.

```
L.est.1<-eigen.vec[,1:3] %*% diag(sqrt(eigen.val[1:3]))
L.est.1
```

```
##             [,1]        [,2]        [,3]
## [1,] -0.44874575 -0.47578394  0.53393005
## [2,]  0.52366367 -0.54700365  0.26312322
## [3,] -0.87386900  0.04729332  0.13063856
## [4,]  0.76356236 -0.05349003  0.41394671
## [5,] -0.84843932 -0.31757498 -0.23061066
## [6,]  0.80406070 -0.41720642 -0.07254777
## [7,]  0.69745163  0.25155014 -0.40009375
## [8,] -0.06800771 -0.67173536 -0.61195003
```

Rotación varimax

```
L.est.1.var<-varimax(L.est.1)
L.est.1.var
```

```
## $loadings
##
## Loadings:
##      [,1]   [,2]   [,3]
## [1,]                0.840
## [2,]  0.785 -0.106  0.121
## [3,] -0.665         0.583
## [4,]  0.763  0.384 -0.168
```

```
## [5,] -0.573 -0.528  0.517
## [6,]  0.825 -0.202 -0.323
## [7,]  0.281        -0.794
## [8,]        -0.906
##
##                 [,1]  [,2]  [,3]
## SS loadings    2.744 1.300 2.091
## Proportion Var 0.343 0.163 0.261
## Cumulative Var 0.343 0.506 0.767
##
## $rotmat
##            [,1]      [,2]       [,3]
## [1,]  0.7824398 0.1724744 -0.5983649
## [2,] -0.5274231 0.6944049 -0.4895169
## [3,]  0.3310784 0.6986089  0.6342970
```

Estimación de la matriz de los errores

1.- Estimación de la matriz de perturbaciones

```
Psi.est.1<-diag(diag(R-as.matrix(L.est.1.var$loadings)%*% t(as.matrix(L.est.1.var$loadings))))
Psi.est.1
```

```
##           [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]     [,6]      [,7]
## [1,] 0.2871756 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.000000 0.0000000
## [2,] 0.0000000 0.3573295 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.000000 0.0000000
## [3,] 0.0000000 0.0000000 0.2170499 0.0000000 0.0000000 0.000000 0.0000000
## [4,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.2427595 0.0000000 0.000000 0.0000000
## [5,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.1261156 0.000000 0.0000000
## [6,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.174162 0.0000000
## [7,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.000000 0.2902087
## [8,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.000000 0.0000000
##           [,8]
## [1,] 0.0000000
## [2,] 0.0000000
## [3,] 0.0000000
## [4,] 0.0000000
## [5,] 0.0000000
## [6,] 0.0000000
## [7,] 0.0000000
## [8,] 0.1696637
```

2.- Se utiliza el método Análisis de factor principal (PFA) para estimación de autovalores y autovectores.

```
RP<-R-Psi.est.1
RP
```

```
##                Log-Population       Income Log-Illiteracy   Life.Exp     Murder
## Log-Population     0.71282441  0.034963788     0.28371749 -0.1092630  0.3596542
## Income             0.03496379  0.642670461    -0.35147773  0.3402553 -0.2300776
## Log-Illiteracy     0.28371749 -0.351477726     0.78295012 -0.5699943  0.6947320
```

```
## Life.Exp          -0.10926301  0.340255339    -0.56999432  0.7572405 -0.7808458
## Murder             0.35965424 -0.230077610     0.69473198 -0.7808458  0.8738844
## HS.Grad           -0.32211720  0.619932323    -0.66880911  0.5822162 -0.4879710
## Frost             -0.45809012  0.226282179    -0.67656232  0.2620680 -0.5388834
## Log-Area           0.08541473 -0.007462068    -0.05830524 -0.1086351  0.2963133
##                   HS.Grad       Frost     Log-Area
## Log-Population -0.3221172 -0.45809012  0.085414734
## Income          0.6199323  0.22628218 -0.007462068
## Log-Illiteracy -0.6688091 -0.67656232 -0.058305240
## Life.Exp        0.5822162  0.26206801 -0.108635052
## Murder         -0.4879710 -0.53888344  0.296313252
## HS.Grad         0.8258380  0.36677970  0.196743429
## Frost           0.3667797  0.70979126 -0.021211992
## Log-Area        0.1967434 -0.02121199  0.830336270
```

Calculo de la matriz de autovalores y autovectores.

```
eRP<-eigen(RP)
```

Autovalores

```
eigen.val.RP<-eRP$values
eigen.val.RP
```

```
## [1]  3.46137648  1.10522195  0.88152416  0.48705680  0.35360597  0.02813553
## [7] -0.06758176 -0.11380367
```

Autovectores

```
eigen.vec.RP<-eRP$vectors
eigen.val.RP
```

```
## [1]  3.46137648  1.10522195  0.88152416  0.48705680  0.35360597  0.02813553
## [7] -0.06758176 -0.11380367
```

Proporcion de variabilidad

```
prop.var.RP<-eigen.val.RP/ sum(eigen.val.RP)
prop.var.RP
```

```
## [1]  0.564152306  0.180134556  0.143675179  0.079382934  0.057632455
## [6]  0.004585668 -0.011014811 -0.018548286
```

Proporcion de variabilidad acumulada

```
prop.var.RP.acum<-cumsum(eigen.val.RP)/ sum(eigen.val.RP)
prop.var.RP.acum
```

```
## [1] 0.5641523 0.7442869 0.8879620 0.9673450 1.0249774 1.0295631 1.0185483
## [8] 1.0000000
```

Estimación de la matriz de cargas con rotación varimax

```
L.est.2<-eigen.vec.RP[,1:3] %*% diag(sqrt(eigen.val.RP[1:3]))
L.est.2
```

```
##             [,1]        [,2]        [,3]
## [1,] -0.42621819 -0.27609775  0.56228420
## [2,]  0.48528446 -0.36092954  0.32467098
## [3,] -0.84791581  0.08163995  0.10816670
## [4,]  0.73812189  0.02688907  0.36866093
## [5,] -0.84699944 -0.34227865 -0.12211117
## [6,]  0.78817342 -0.40399024  0.04935203
## [7,]  0.66112453  0.12457105 -0.40191996
## [8,] -0.06868291 -0.77165602 -0.36531090
```

Rotacion varimax

```
L.est.2.var<-varimax(L.est.2)
```

Estimación de la matriz de covarianzas de los errores.

```
Psi.est.2<-diag(diag(R-as.matrix(L.est.2.var$loadings)%*% t(as.matrix(L.est.2.var$loadings))))
Psi.est.2
```

```
##           [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]      [,6]      [,7]
## [1,] 0.4259446 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
## [2,] 0.0000000 0.5288176 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
## [3,] 0.0000000 0.0000000 0.2626737 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
## [4,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.3185422 0.0000000 0.0000000 0.0000000
## [5,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.1505261 0.0000000 0.0000000
## [6,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.2131389 0.0000000
## [7,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.3858568
## [8,] 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
##           [,8]
## [1,] 0.0000000
## [2,] 0.0000000
## [3,] 0.0000000
```

```
## [4,] 0.0000000
## [5,] 0.0000000
## [6,] 0.0000000
## [7,] 0.0000000
## [8,] 0.2663776
```

Obtencion de los scores de ambos métodos

PCFA

```
FS.est.1<-scale(x)%*% as.matrix(L.est.1.var$loadings)
FS.est.1
```

```
##                       [,1]          [,2]       [,3]
## Alabama        -5.84072356 -1.3993671511  4.0008109
## Alaska          2.12443806 -3.6163397014 -1.3435941
## Arizona        -0.77245459 -1.1030150088  1.7864181
## Arkansas       -4.26961555 -0.1287634469  1.8680205
## California      1.57843978 -1.6386262821  3.0959757
## Colorado        3.35619481 -0.5747409714 -1.9955520
## Connecticut     2.96609993  2.5265114588 -1.0120520
## Delaware        0.15111765  2.2707877284 -1.3473631
## Florida        -0.91278118 -0.8518787165  3.2141818
## Georgia        -5.10406769 -1.5374188978  3.5972606
## Hawaii          1.68679592  2.0782245763  0.6972161
## Idaho           1.93931571  0.0374520725 -2.6403015
## Illinois        0.36572803 -0.9730363911  1.3246992
## Indiana         0.69870165  0.1740586327 -0.1660034
## Iowa            3.77325852  0.8634090197 -2.4308546
## Kansas          3.22079390  0.2206198504 -1.7333568
## Kentucky       -3.97957229 -0.1711842990  1.8581455
## Louisiana      -6.15095874 -1.1449716511  4.2193388
## Maine           0.38912287  0.9352663421 -2.8385772
## Maryland        0.54556931  0.6481615589  0.7313943
## Massachusetts   1.95531363  1.9508870989 -0.0699601
## Michigan        0.06109118 -0.8995742724  1.1610156
## Minnesota       3.83625590  0.7199310360 -2.2609012
## Mississippi    -6.73875213 -1.1336057288  3.0124928
## Missouri       -0.63621057 -0.5673516660  0.5606479
## Montana         1.70022911 -0.7530855537 -2.9827203
## Nebraska        3.31393569  0.5702899251 -2.6630094
## Nevada          1.83953234 -2.1624547546 -2.8632403
## New Hampshire   1.76672303  1.8835104424 -3.2522623
## New Jersey      1.23076573  1.5154423999  0.6483326
## New Mexico     -2.42369795 -1.2184859435  0.1095350
## New York       -0.55160991 -0.8431042602  2.9025469
## North Carolina -4.53932589 -0.7126552652  2.8168209
## North Dakota    3.26810535  1.0664889529 -3.5180166
## Ohio            0.67643704 -0.0394642439  0.5816740
## Oklahoma       -0.43628926  0.0293430043  0.2108486
## Oregon          2.64633236 -0.0126633017 -0.6563722
```

```
## Pennsylvania   -0.06313819  0.0425262164  0.8538298
## Rhode Island    0.25059508  4.0533333045 -1.3779994
## South Carolina -6.20030464 -0.7067780563  3.0142562
## South Dakota    2.51505516  0.8539599931 -3.9694575
## Tennessee      -3.75602365 -0.3764569265  2.4225536
## Texas          -2.74825842 -2.0176142597  4.0126966
## Utah            3.40911641  0.2638533973 -3.0642167
## Vermont         1.26368503  1.7670538099 -3.5748058
## Virginia       -1.45435214 -0.4332714574  1.8388594
## Washington      2.95298764  0.0002978623 -0.1436737
## West Virginia  -3.41599674  0.5649932020  0.5132111
## Wisconsin       2.58972274  0.8701285803 -1.5397225
## Wyoming         1.92267355 -0.8906222579 -3.6087703
```

PFA

```
FS.est.2<-scale(x)%*% as.matrix (L.est.2.var$loadings)
FS.est.2
```

```
##                       [,1]         [,2]       [,3]
## Alabama        -5.69766092 -1.133005866  3.9030908
## Alaska          1.77921500 -3.310049553 -1.2425530
## Arizona        -0.80948635 -1.007423566  1.6833688
## Arkansas       -4.04451164 -0.036340306  1.8899610
## California      1.28900772 -1.589528660  2.7938220
## Colorado        3.21256763 -0.645092519 -1.9103448
## Connecticut     2.85639977  2.291700954 -1.1152442
## Delaware        0.22491218  2.168332191 -1.3109174
## Florida        -1.04778981 -0.760012075  2.9630979
## Georgia        -5.04193484 -1.243399542  3.4848855
## Hawaii          1.64548810  1.848120424  0.5487863
## Idaho           1.99602286 -0.067186945 -2.4442739
## Illinois        0.17329771 -0.870927790  1.1838509
## Indiana         0.66348403  0.140717116 -0.1900850
## Iowa            3.70915552  0.657976435 -2.3698485
## Kansas          3.13617617  0.071725764 -1.6894853
## Kentucky       -3.82119443 -0.051170443  1.8492550
## Louisiana      -5.97309240 -0.880509145  4.1021292
## Maine           0.58567717  0.845398887 -2.6098620
## Maryland        0.40855637  0.650876372  0.5867974
## Massachusetts   1.91021424  1.761365924 -0.1964750
## Michigan       -0.07208772 -0.823049544  1.0671998
## Minnesota       3.74953682  0.518054623 -2.2104937
## Mississippi    -6.45121865 -0.852611917  3.0320154
## Missouri       -0.64446964 -0.519762510  0.5472506
## Montana         1.72574501 -0.752576236 -2.7507980
## Nebraska        3.28773039  0.392513546 -2.5439122
## Nevada          1.69672312 -1.994626548 -2.6292009
## New Hampshire   1.87991014  1.704867403 -3.0632652
## New Jersey      1.10782292  1.425042094  0.4638907
## New Mexico     -2.26112419 -1.086582245  0.2653217
## New York       -0.72255151 -0.744949928  2.6624378
```

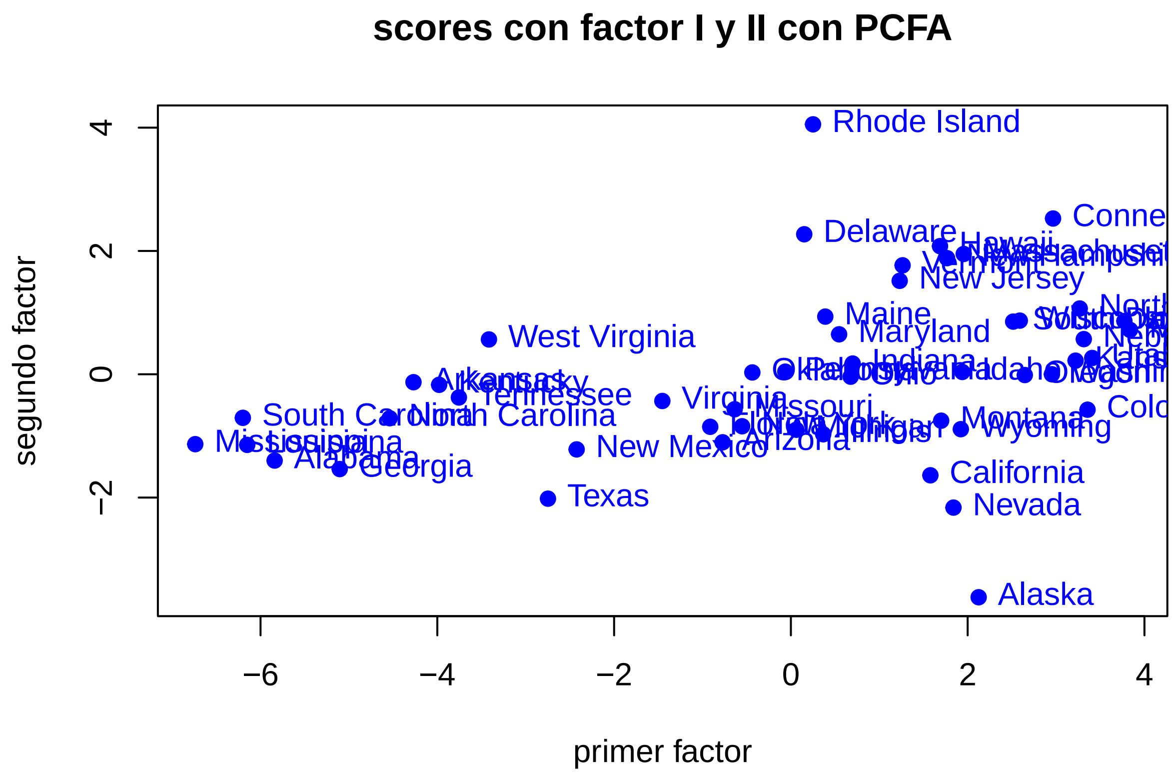
```
## North Carolina -4.42441540 -0.513264749  2.7372284
## North Dakota    3.22068093  0.897031063 -3.3556310
## Ohio            0.59453054 -0.051780182  0.4905274
## Oklahoma       -0.36512462  0.000708499  0.2244101
## Oregon          2.56050584 -0.129810062 -0.6934180
## Pennsylvania   -0.10451900  0.054229408  0.7553645
## Rhode Island    0.40356926  3.785456289 -1.3760426
## South Carolina -5.98815271 -0.435831413  2.9745853
## South Dakota    2.60764548  0.683975660 -3.7117087
## Tennessee      -3.63769564 -0.249263663  2.3593673
## Texas          -2.80670233 -1.827474308  3.8156526
## Utah            3.44131011  0.069209103 -2.8669774
## Vermont         1.44160727  1.580578146 -3.3086066
## Virginia       -1.50774364 -0.328200587  1.7151967
## Washington      2.81601549 -0.109025242 -0.2503494
## West Virginia  -3.18525955  0.632647668  0.5745805
## Wisconsin       2.55487697  0.699000994 -1.5141208
## Wyoming         1.92835024 -0.866073018 -3.3204601
```

Graficamos ambos scores

```
par(mfrow=c(2,1))
```

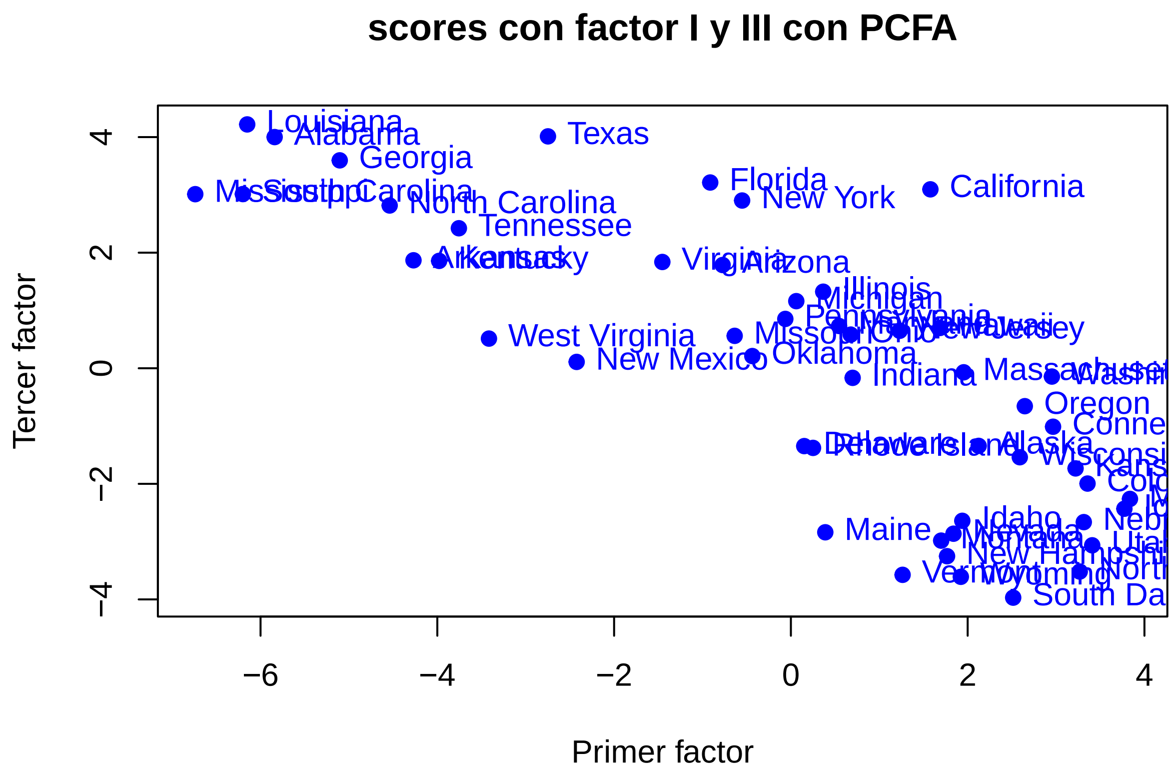
Factor I y II

```
pl1<-plot(FS.est.1[,1], FS.est.1[,2], xlab="primer factor",
     ylab="segundo factor", main="scores con factor I y II con PCFA",
     pch=19, col="blue")
text(FS.est.1[,1], FS.est.1[,2], labels = rownames(x), pos=4, col="blue")
```



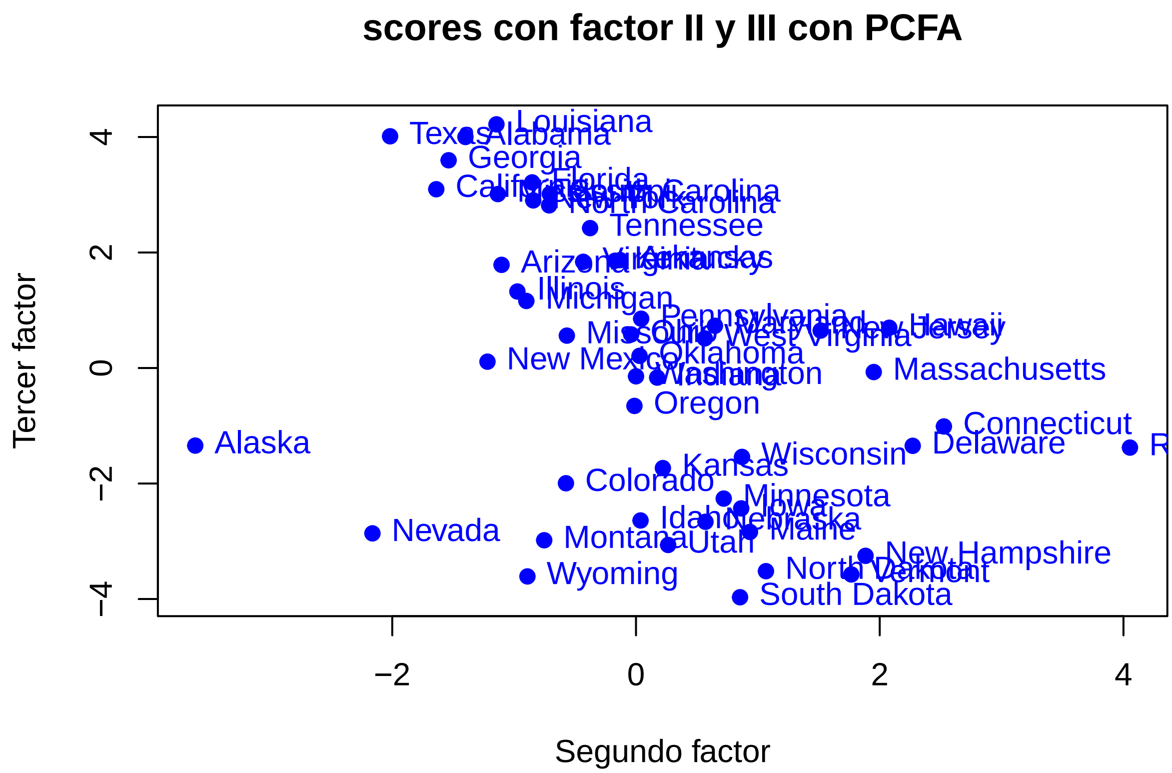
Factor I y III

```
pl2<-plot(FS.est.1[,1], FS.est.1[,3], xlab="Primer factor",
     ylab="Tercer factor", main="scores con factor I y III con PCFA",
     pch=19, col="blue")
text(FS.est.1[,1], FS.est.1[,3], labels = rownames(x), pos=4, col="blue")
```



Factor II y III

```
pl3<-plot(FS.est.1[,2], FS.est.1[,3], xlab="Segundo factor",
     ylab="Tercer factor", main="scores con factor II y III con PCFA",
     pch=19, col="blue")
text(FS.est.1[,2], FS.est.1[,3], labels = rownames(x), pos=4, col="blue")
```


scores con factor II y III con PCFA
Tercer factor
Segundo factor
4
2
0
−2
−4
−2
0
2
4
Louisiana
Texas
Alabama
Georgia
Florida
Tennessee
Arizona
Illinois
Michigan
Pennsylvania
Hawaii
New Jersey
West Virginia
Oklahoma
New Mexico
Washington
Massachusetts
Oregon
Alaska
Connecticut
Delaware
Wisconsin
Kansas
Colorado
Minnesota
Iowa
Nevada
Montana
Utah
Maine
New Hampshire
Vermont
Wyoming
South Dakota