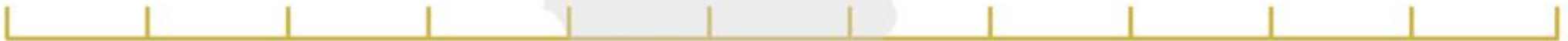




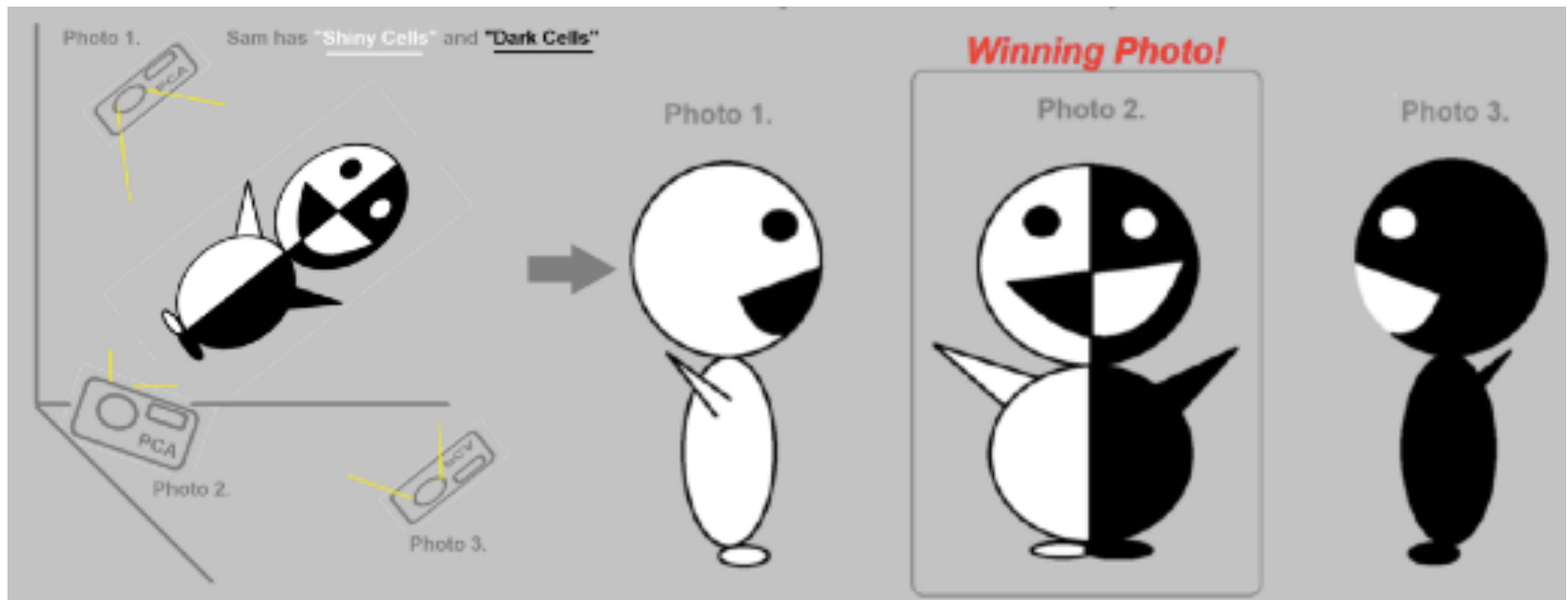
# Métodos de Reducción de la Dimensión:

## *Análisis en Componentes Principales*

[Una introducción]



# Análisis en Componentes Principales - ACP

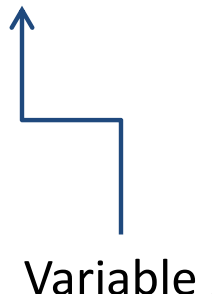


- El ACP es el método más utilizado en Minería de Datos (en Francia).
- Fue propuesto en 1933 por Hotelling.
- La primera implementación computacional se dio en los años 60.
- Fue aplicado para analizar encuestas de opinión pública

- **Objetivo:** Construir un pequeño número de nuevas variables (componentes) en las cuales se concentre la mayor cantidad posible de información, como se ilustra en la Figura 1

# Los Datos

Se parte de una tabla de datos:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{im} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nj} & \cdots & x_{nm} \end{pmatrix} \longleftrightarrow \text{individuo } i$$


Variable  $j$

# Ejemplo:

	Matemáticas	Ciencias	Español	Historia	EdFísica
Lucía	7.0	6.5	9.2	8.6	8.0
Pedro	7.5	9.4	7.3	7.0	7.0
Inés	7.6	9.2	8.0	8.0	7.5
Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
Andrés	6.0	6.0	7.8	8.9	7.3
Ana	7.8	9.6	7.7	8.0	6.5
Carlos	6.3	6.4	8.2	9.0	7.2
José	7.9	9.7	7.5	8.0	6.0
Sonia	6.0	6.0	6.5	5.5	8.7
María	6.8	7.2	8.7	9.0	7.0

# Nubes de Puntos

## ***INDIVIDUOS - FILAS***

Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
------	-----	-----	-----	-----	-----

 $\in \mathbb{R}^5$ 

## ***VARIABLES - COLUMNAS***

Español
9.2
7.3
8.0
6.5
7.8
7.7
8.2
7.5
6.5
8.7

 $\in \mathbb{R}^{10}$

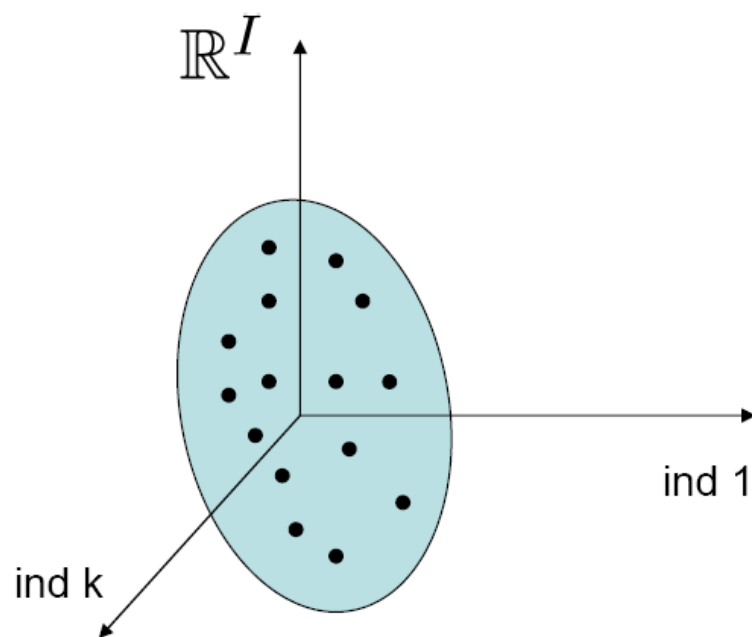
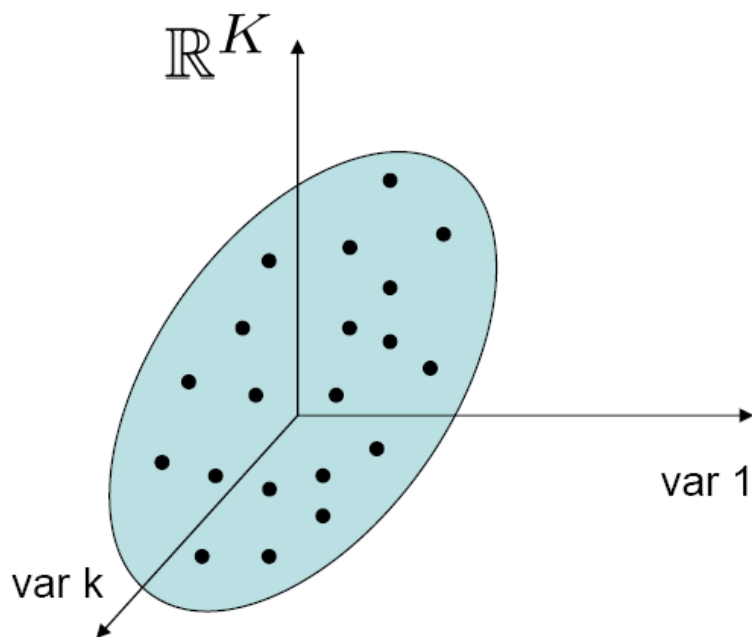
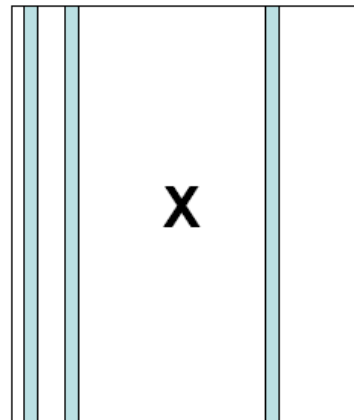
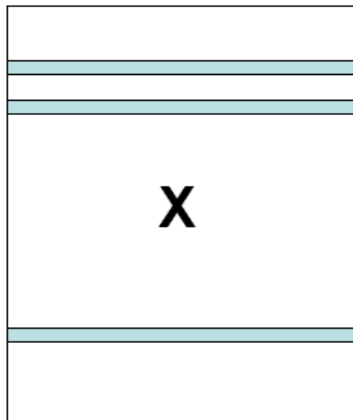


Tabla de Datos

Componentes

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{np} \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1p} \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & C_{np} \end{bmatrix}$$

**100% de la información**

**80%**

**16%**

.....

**0.02%**

Transformación de las variables originales en componentes



## ***DATOS***

	Matemáticas	Ciencias	Español	Historia	EdFísica
Lucía	7.0	6.5	9.2	8.6	8.0
Pedro	7.5	9.4	7.3	7.0	7.0
Inés	7.6	9.2	8.0	8.0	7.5
Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
Andrés	6.0	6.0	7.8	8.9	7.3
Ana	7.8	9.6	7.7	8.0	6.5
Carlos	6.3	6.4	8.2	9.0	7.2
José	7.9	9.7	7.5	8.0	6.0
Sonia	6.0	6.0	6.5	5.5	8.7
María	6.8	7.2	8.7	9.0	7.0

## ***COMPONENTES***

	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5
Lucia	0,3231	1,7725	1,1988	-0,055	0,0036
Pedro	0,6654	-1,6387	0,1455	-0,0231	-0,1234
Ines	1,0025	-0,5157	0,6289	0,5164	0,1429
Luis	-3,1721	-0,2628	-0,382	0,6778	-0,0625
Andres	-0,4889	1,3654	-0,8352	-0,1558	0,1234
Ana	1,7086	-1,0217	-0,1271	0,0668	0,0253
Carlos	0,0676	1,4623	-0,5062	-0,1179	0,0131
Jose	2,0119	-1,2759	-0,5422	-0,1978	0,0174
Sonia	-3,042	-1,2549	0,4488	-0,64	0,0379
Maria	0,9239	1,3694	-0,0293	-0,0715	-0,1777

### ***DATOS***

	Matemáticas	Ciencias	Español	Historia	EdFísica
Lucía	7.0	6.5	9.2	8.6	8.0
Pedro	7.5	9.4	7.3	7.0	7.0
Inés	7.6	9.2	8.0	8.0	7.5
Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
Andrés	6.0	6.0	7.8	8.9	7.3
Ana	7.8	9.6	7.7	8.0	6.5
Carlos	6.3	6.4	8.2	9.0	7.2
José	7.9	9.7	7.5	8.0	6.0
Sonia	6.0	6.0	6.5	5.5	8.7
María	6.8	7.2	8.7	9.0	7.0

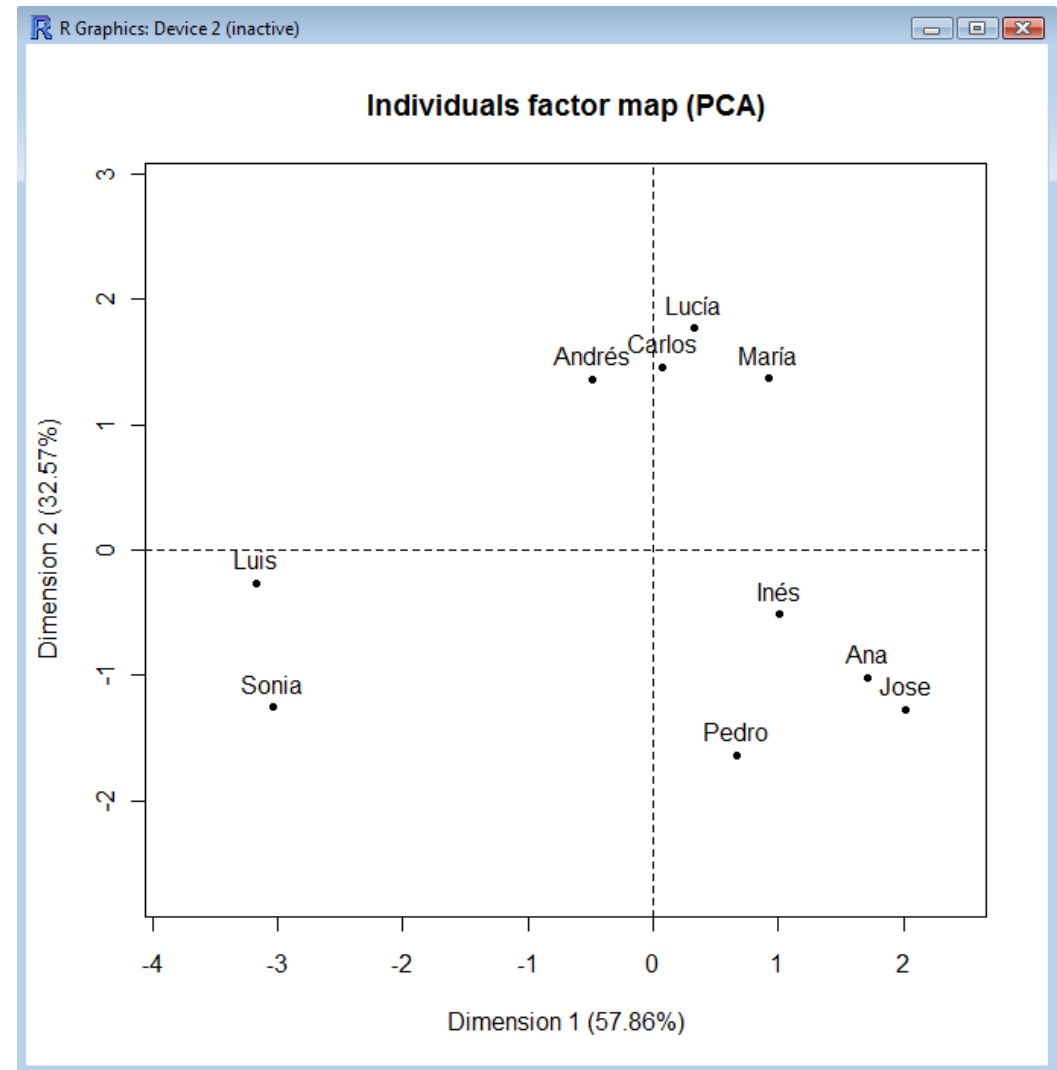
### ***COMPONENTES***

	Comp1	Comp2			
Lucia	0,3231	1,7725			
Pedro	0,6654	-1,6387			
Ines	1,0025	-0,5157			
Luis	-3,1721	-0,2628			
Andres	-0,4889	1,3654			
Ana	1,7086	-1,0217			
Carlos	0,0676	1,4623			
Jose	2,0119	-1,2759			
Sonia	-3,042	-1,2549			
Maria	0,9239	1,3694			

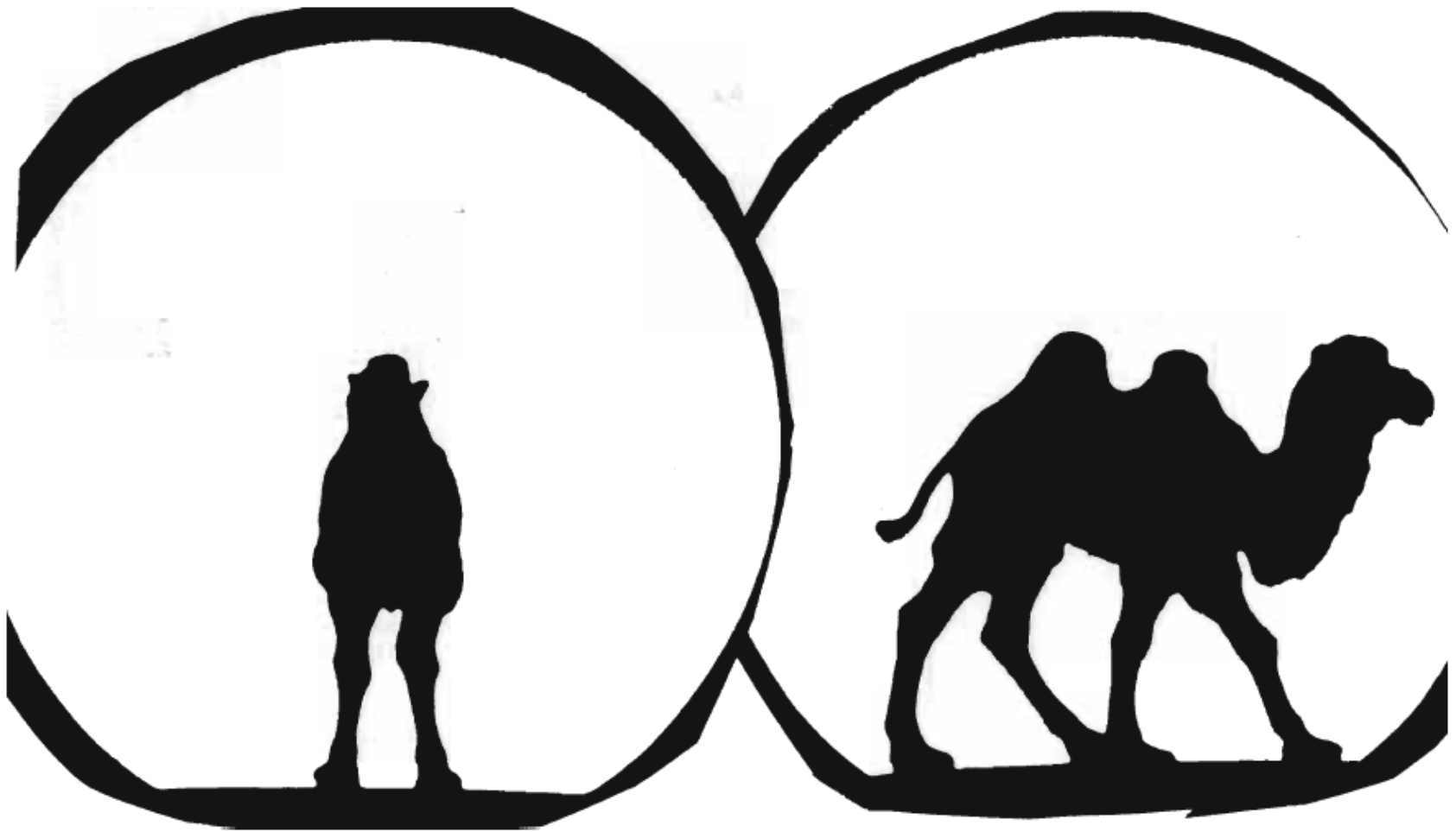
# Plano Principal

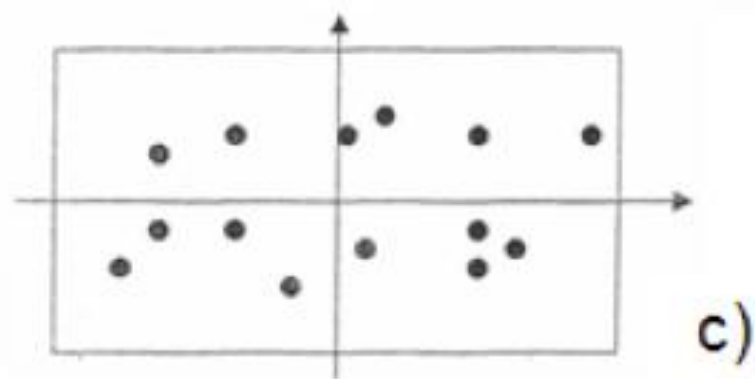
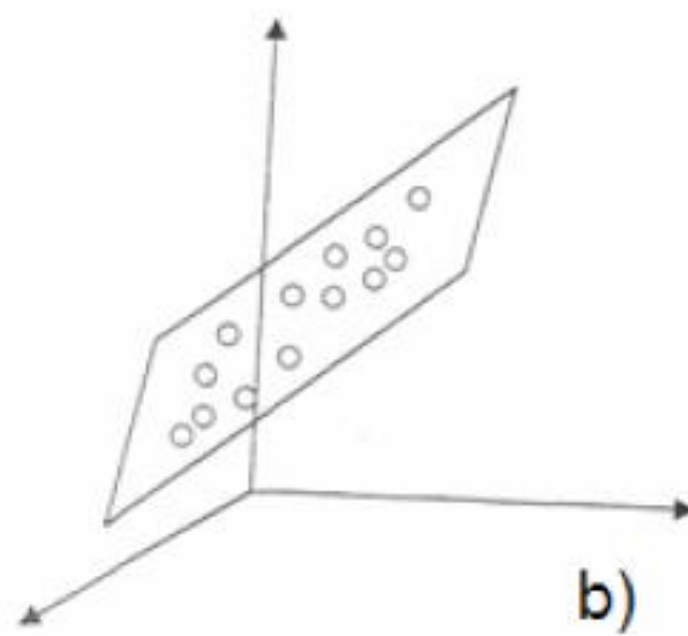
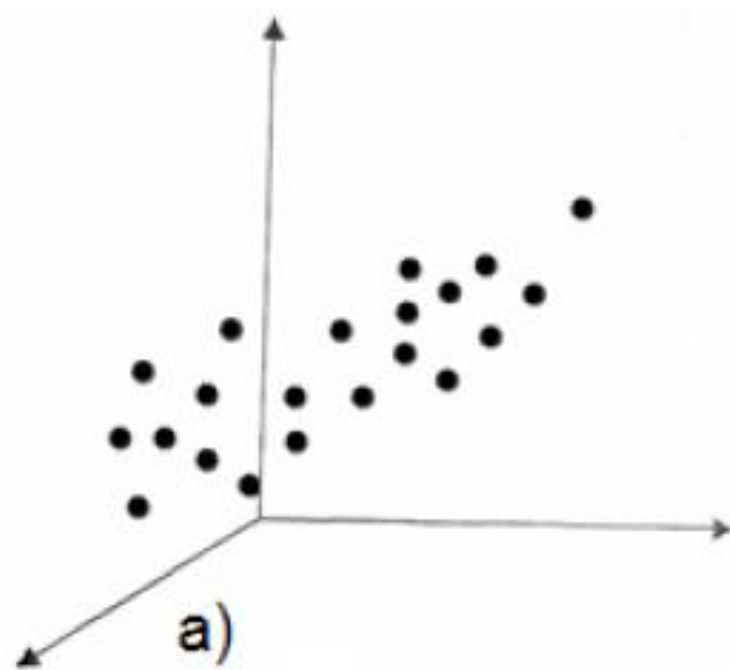
## COMPONENTES

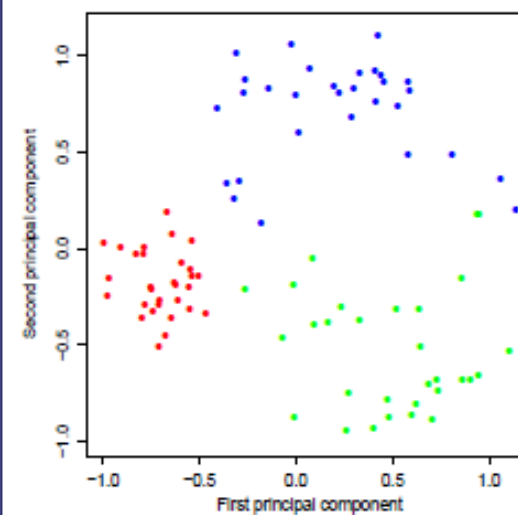
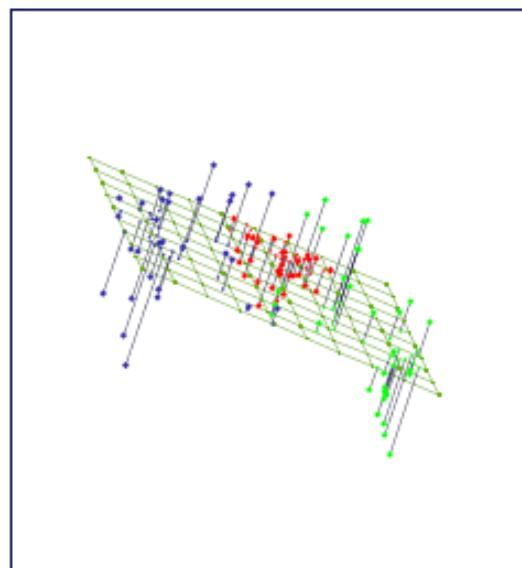
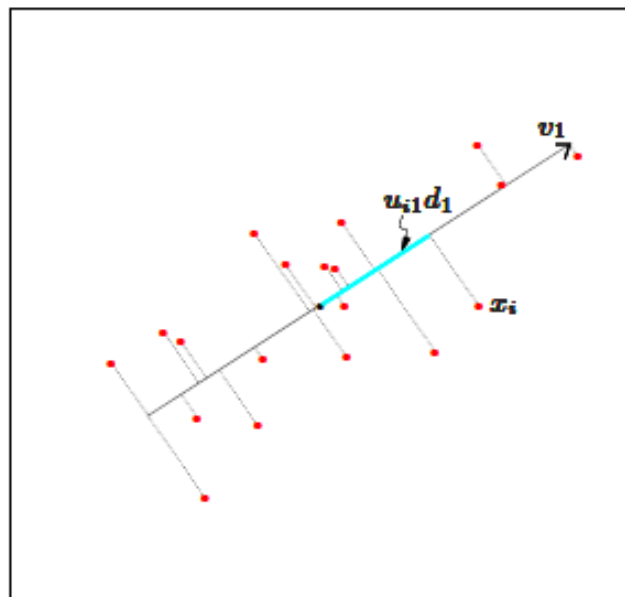
	Comp1	Comp2			
Lucia	0,3231	1,7725			
Pedro	0,6654	-1,6387			
Ines	1,0025	-0,5157			
Luis	-3,1721	-0,2628			
Andres	-0,4889	1,3654			
Ana	1,7086	-1,0217			
Carlos	0,0676	1,4623			
Jose	2,0119	-1,2759			
Sonia	-3,042	-1,2549			
Maria	0,9239	1,3694			



**Objetivo:** Encontrar el mejor plano (subespacio) para ver la nube de puntos.







## ***DATOS***

	Matemáticas	Ciencias	Español	Historia	EdFísica
Lucía	7.0	6.5	9.2	8.6	8.0
Pedro	7.5	9.4	7.3	7.0	7.0
Inés	7.6	9.2	8.0	8.0	7.5
Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
Andrés	6.0	6.0	7.8	8.9	7.3
Ana	7.8	9.6	7.7	8.0	6.5
Carlos	6.3	6.4	8.2	9.0	7.2
José	7.9	9.7	7.5	8.0	6.0
Sonia	6.0	6.0	6.5	5.5	8.7
María	6.8	7.2	8.7	9.0	7.0

## ***COMPONENTES***

	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5
Lucia	0,3231	1,7725	1,1988	-0,055	0,0036
Pedro	0,6654	-1,6387	0,1455	-0,0231	-0,1234
Ines	1,0025	-0,5157	0,6289	0,5164	0,1429
Luis	-3,1721	-0,2628	-0,382	0,6778	-0,0625
Andres	-0,4889	1,3654	-0,8352	-0,1558	0,1234
Ana	1,7086	-1,0217	-0,1271	0,0668	0,0253
Carlos	0,0676	1,4623	-0,5062	-0,1179	0,0131
Jose	2,0119	-1,2759	-0,5422	-0,1978	0,0174
Sonia	-3,042	-1,2549	0,4488	-0,64	0,0379
Maria	0,9239	1,3694	-0,0293	-0,0715	-0,1777

## ***DATOS***

	Matemáticas	Ciencias	Español	Historia	EdFísica
Lucía	7.0	6.5	9.2	8.6	8.0
Pedro	7.5	9.4	7.3	7.0	7.0
Inés	7.6	9.2	8.0	8.0	7.5
Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
Andrés	6.0	6.0	7.8	8.9	7.3
Ana	7.8	9.6	7.7	8.0	6.5
Carlos	6.3	6.4	8.2	9.0	7.2
José	7.9	9.7	7.5	8.0	6.0
Sonia	6.0	6.0	6.5	5.5	8.7
María	6.8	7.2	8.7	9.0	7.0

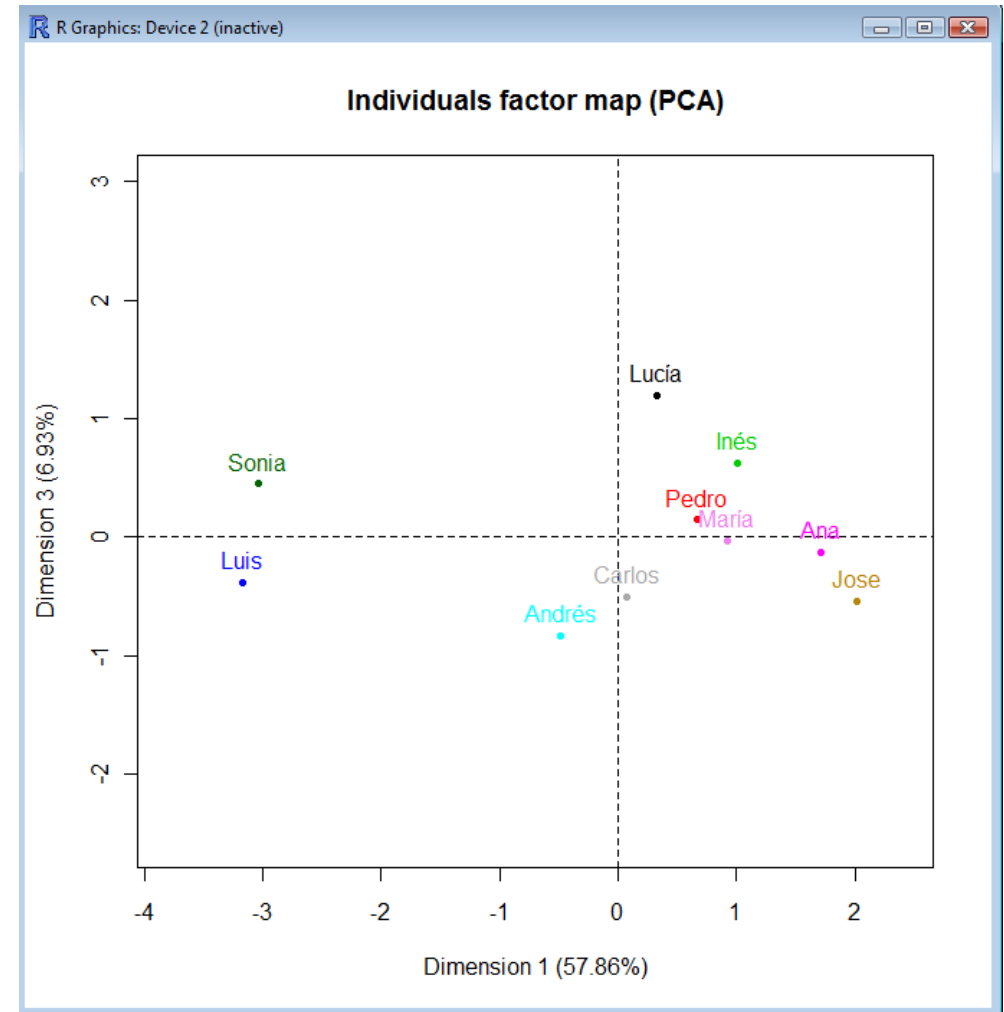
## ***COMPONENTES***

	Comp1		Comp3		
Lucia	0,3231		1,1988		
Pedro	0,6654		0,1455		
Ines	1,0025		0,6289		
Luis	-3,1721		-0,382		
Andres	-0,4889		-0,8352		
Ana	1,7086		-0,1271		
Carlos	0,0676		-0,5062		
Jose	2,0119		-0,5422		
Sonia	-3,042		0,4488		
Maria	0,9239		-0,0293		

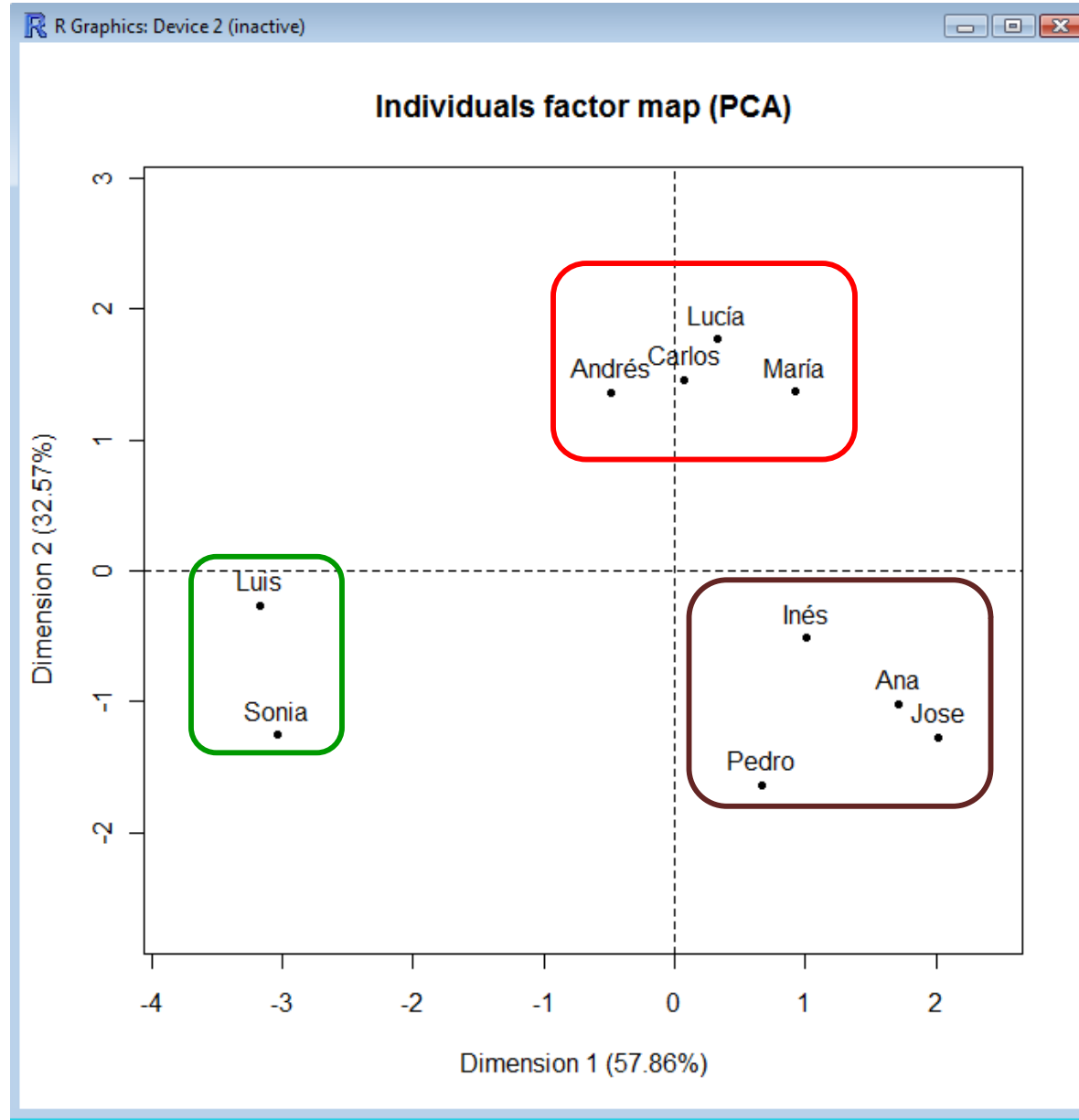


## COMPONENTES

	Comp1		Comp3		
Lucia	0,3231		1,1988		
Pedro	0,6654		0,1455		
Ines	1,0025		0,6289		
Luis	-3,1721		-0,382		
Andres	-0,4889		-0,8352		
Ana	1,7086		-0,1271		
Carlos	0,0676		-0,5062		
Jose	2,0119		-0,5422		
Sonia	-3,042		0,4488		
Maria	0,9239		-0,0293		



# Análisis de clústeres o conglomerados



1. Se identifican los clústeres de individuos. Como se puede observar, se marcaron los 3 clústeres o conglomerados.
2. La siguiente tabla presenta la composición de los clústeres mencionados:

Cluster	Individuos
1	{Luis, Sonia}
2	{Ana, Inés, José, Pedro}
3	{Andrés, Carlos, Lucía, María}

# Variables en las columnas

	Matemáticas	Ciencias	Español	Historia	EdFísica
Lucía	7.0	6.5	9.2	8.6	8.0
Pedro	7.5	9.4	7.3	7.0	7.0
Inés	7.6	9.2	8.0	8.0	7.5
Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
Andrés	6.0	6.0	7.8	8.9	7.3
Ana	7.8	9.6	7.7	8.0	6.5
Carlos	6.3	6.4	8.2	9.0	7.2
José	7.9	9.7	7.5	8.0	6.0
Sonia	6.0	6.0	6.5	5.5	8.7
María	6.8	7.2	8.7	9.0	7.0

# Nubes de Puntos

## ***INDIVIDUOS - FILAS***

Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
------	-----	-----	-----	-----	-----

 $\in \mathbb{R}^5$ 

## ***VARIABLES - COLUMNAS***

Español
9.2
7.3
8.0
6.5
7.8
7.7
8.2
7.5
6.5
8.7

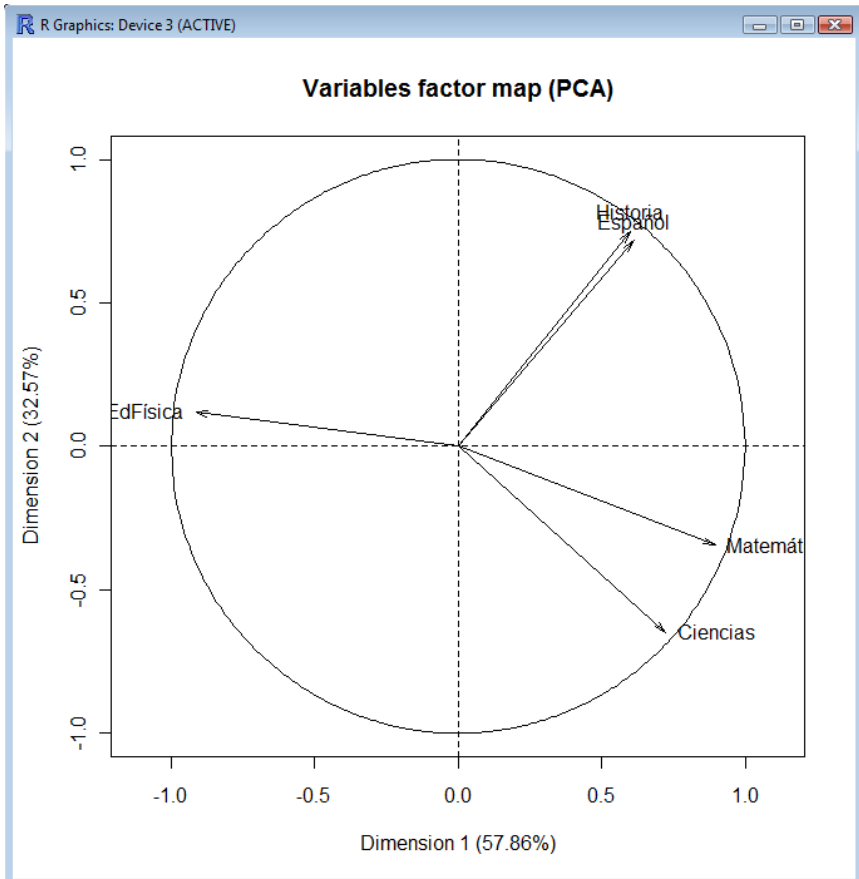
 $\in \mathbb{R}^{10}$

	Matemáticas	Ciencias	Español	Historia	EdFísica
Lucía	7.0	6.5	9.2	8.6	8.0
Pedro	7.5	9.4	7.3	7.0	7.0
Inés	7.6	9.2	8.0	8.0	7.5
Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
Andrés	6.0	6.0	7.8	8.9	7.3
Ana	7.8	9.6	7.7	8.0	6.5
Carlos	6.3	6.4	8.2	9.0	7.2
José	7.9	9.7	7.5	8.0	6.0
Sonia	6.0	6.0	6.5	5.5	8.7
María	6.8	7.2	8.7	9.0	7.0

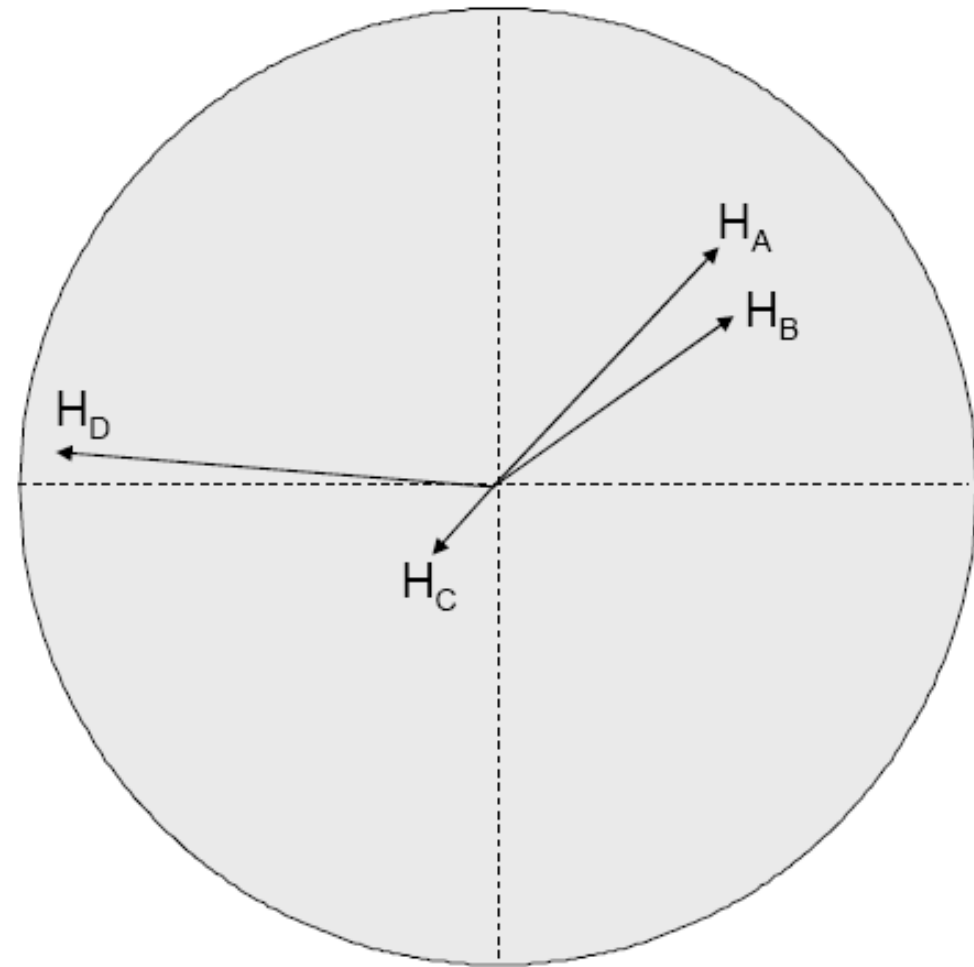
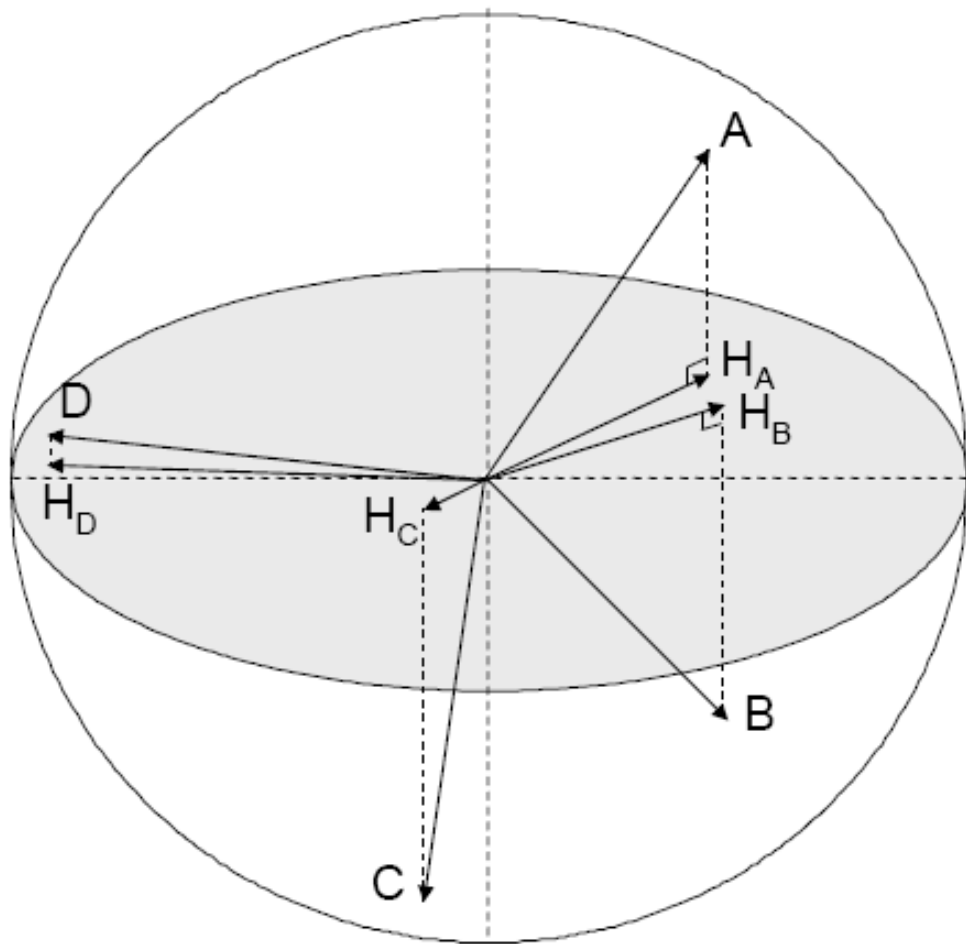
	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5
Matemáticas	0.8957980	-0.3452036	0.25797931	-0.09146818	0.05882803
Ciencias	0.7227976	-0.6483946	0.02384033	0.23587773	-0.03068234
Español	0.6108931	0.7173206	0.33102532	-0.02454152	-0.04561456
Historia	0.5999227	0.7484701	-0.23206345	0.15639747	0.03964443
EdFísica	-0.9139265	0.1196373	0.34065108	0.18315368	0.02892890

	Matemáticas	Ciencias	Español	Historia	EdFísica
Lucía	7.0	6.5	9.2	8.6	8.0
Pedro	7.5	9.4	7.3	7.0	7.0
Inés	7.6	9.2	8.0	8.0	7.5
Luis	5.0	6.5	6.5	7.0	9.0
Andrés	6.0	6.0	7.8	8.9	7.3
Ana	7.8	9.6	7.7	8.0	6.5
Carlos	6.3	6.4	8.2	9.0	7.2
José	7.9	9.7	7.5	8.0	6.0
Sonia	6.0	6.0	6.5	5.5	8.7
María	6.8	7.2	8.7	9.0	7.0

	Comp1	Comp2			
Matemáticas	0.8957980	-0.3452036			
Ciencias	0.7227976	-0.6483946			
Español	0.6108931	0.7173206			
Historia	0.5999227	0.7484701			
EdFísica	-0.9139265	0.1196373			

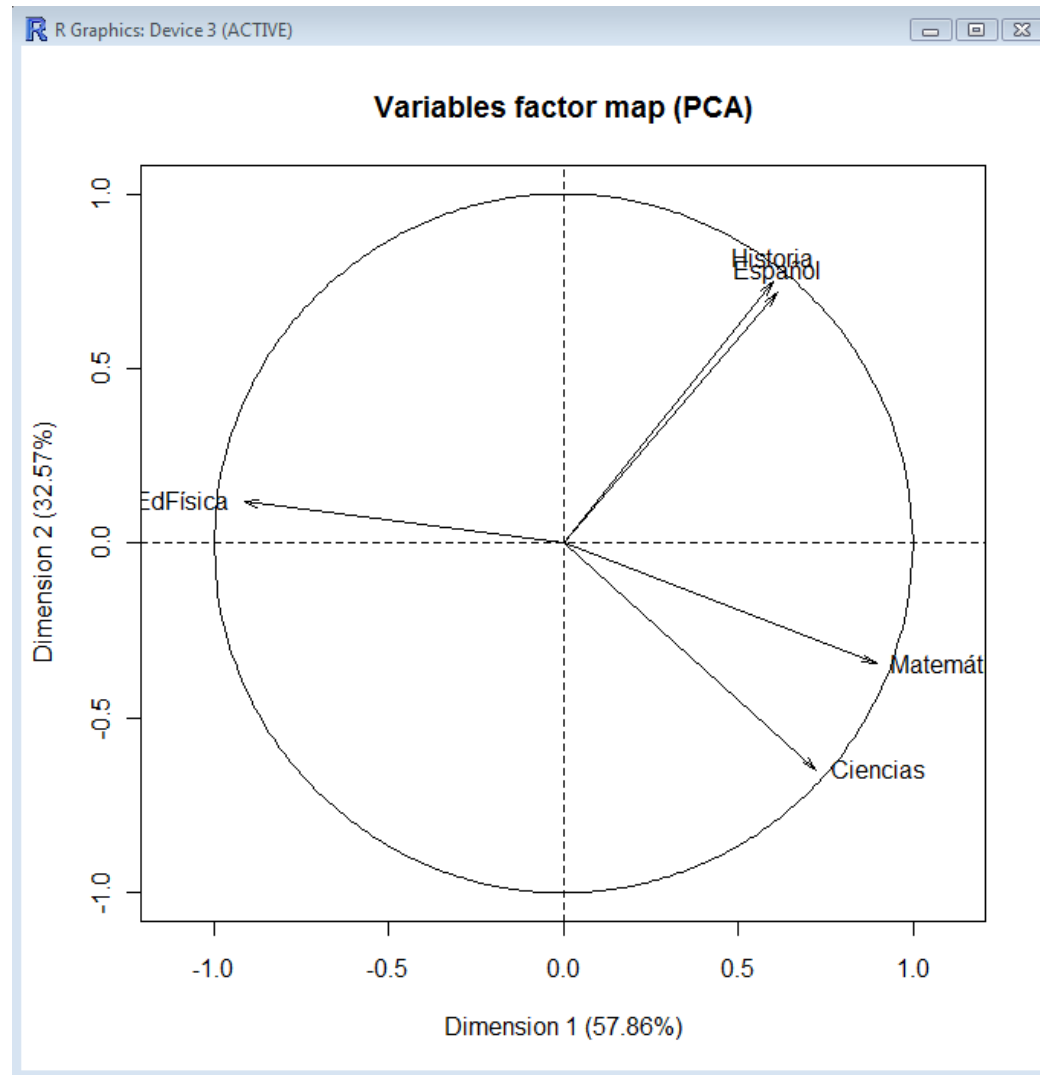


# En el espacio de las variables

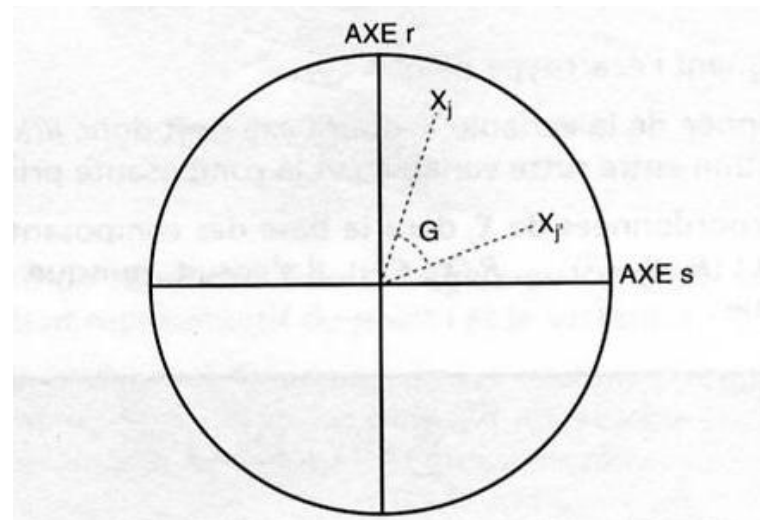




# Círculo de Correlaciones

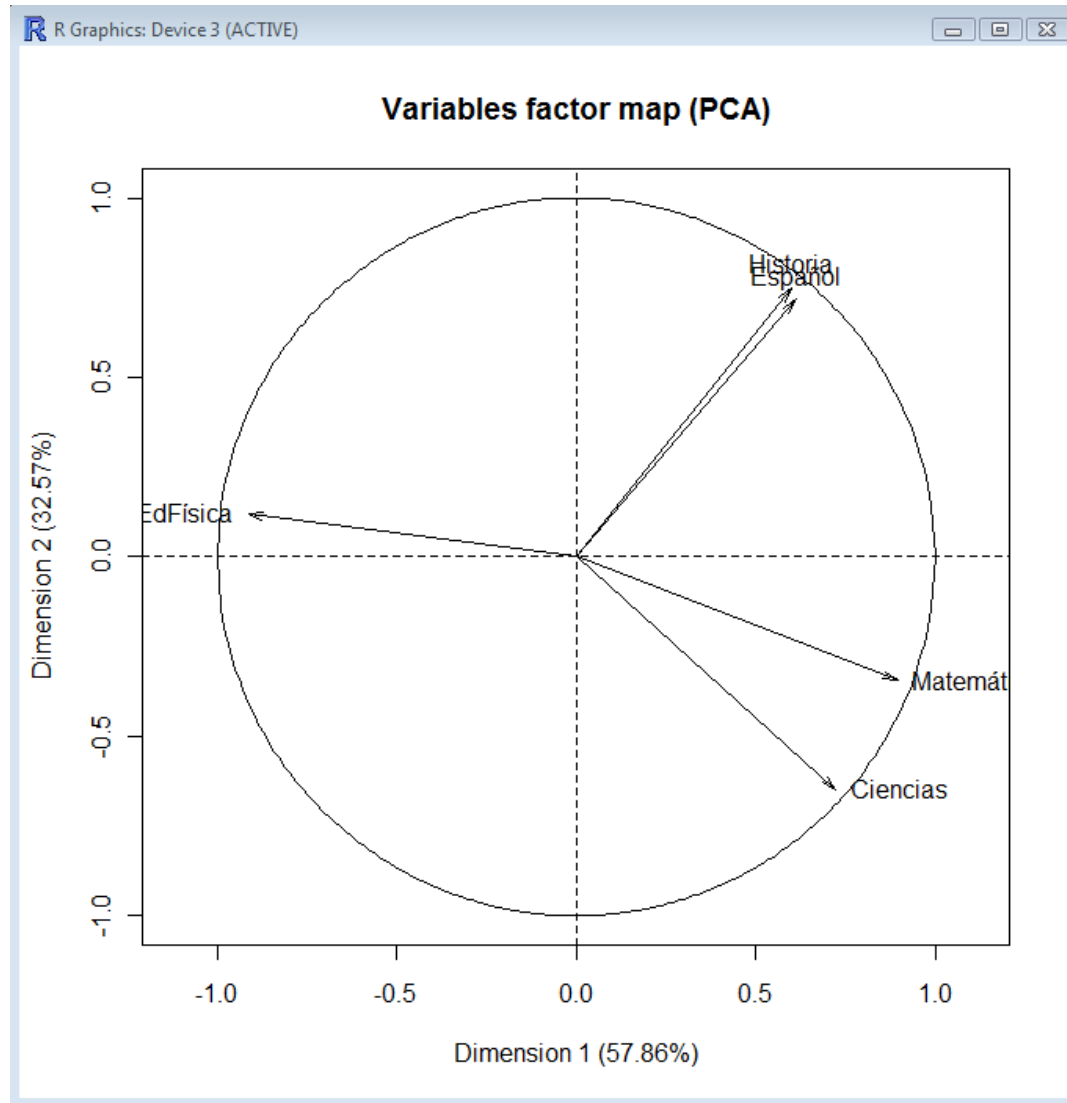


# INTERPRETACIÓN



- Si  $X^j$  y  $X^{j'}$  están cercanas entre sí, entonces  $X^j$  y  $X^{j'}$  son fuerte y positivamente correlacionadas.
- Si el ángulo entre  $X^j$  y  $X^{j'}$  es cercano a los  $90^\circ$  entonces NO existe ninguna correlación entre ambas variables.
- Si  $X^j$  y  $X^{j'}$  están opuestas al vértice (origen) entonces existe una correlación fuerte y negativa entre  $X^j$  y  $X^{j'}$ .

# Ejemplo: Estudiantes



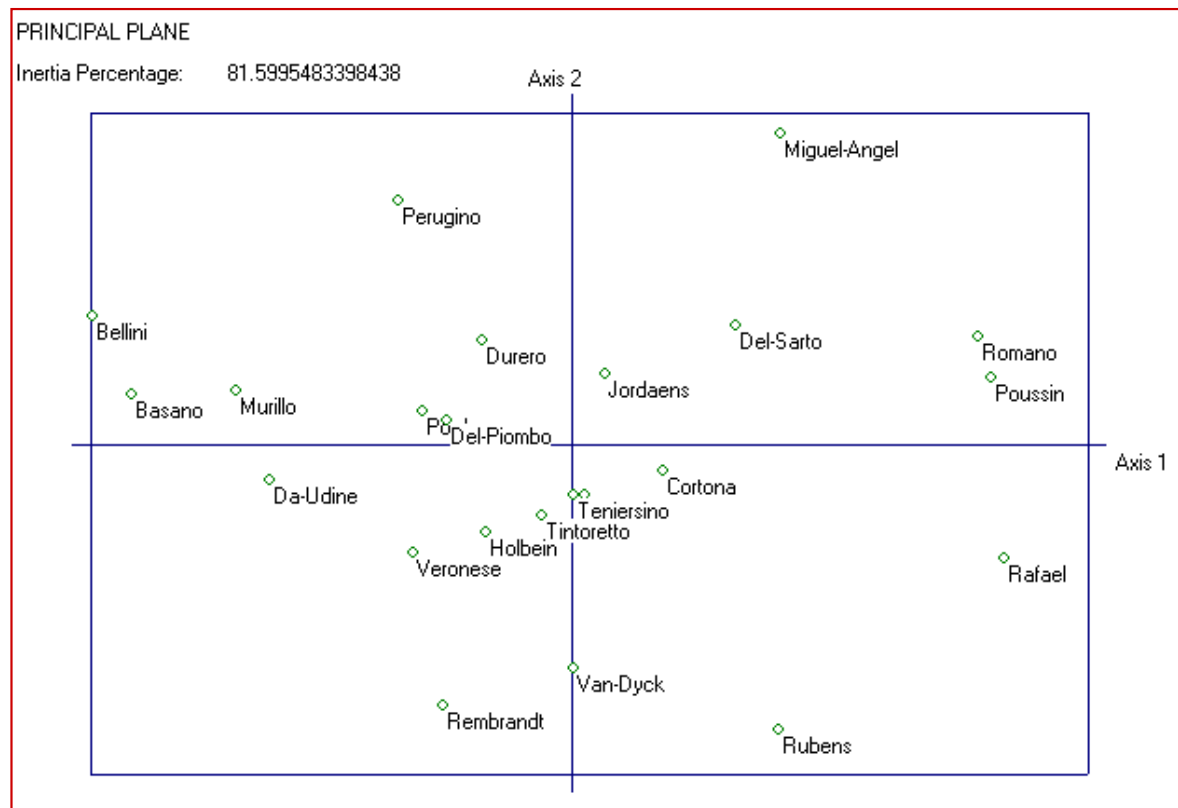
## Tabla con las correlaciones presentes en el círculo

Variable	Matemática	Ciencias	Español	Historia	Ed. Física
Matemática	-	Positive	None	None	Negative
Ciencias		-	None	None	Negative
Español			-	Positive	None
Historia				-	None
Ed. Física					-

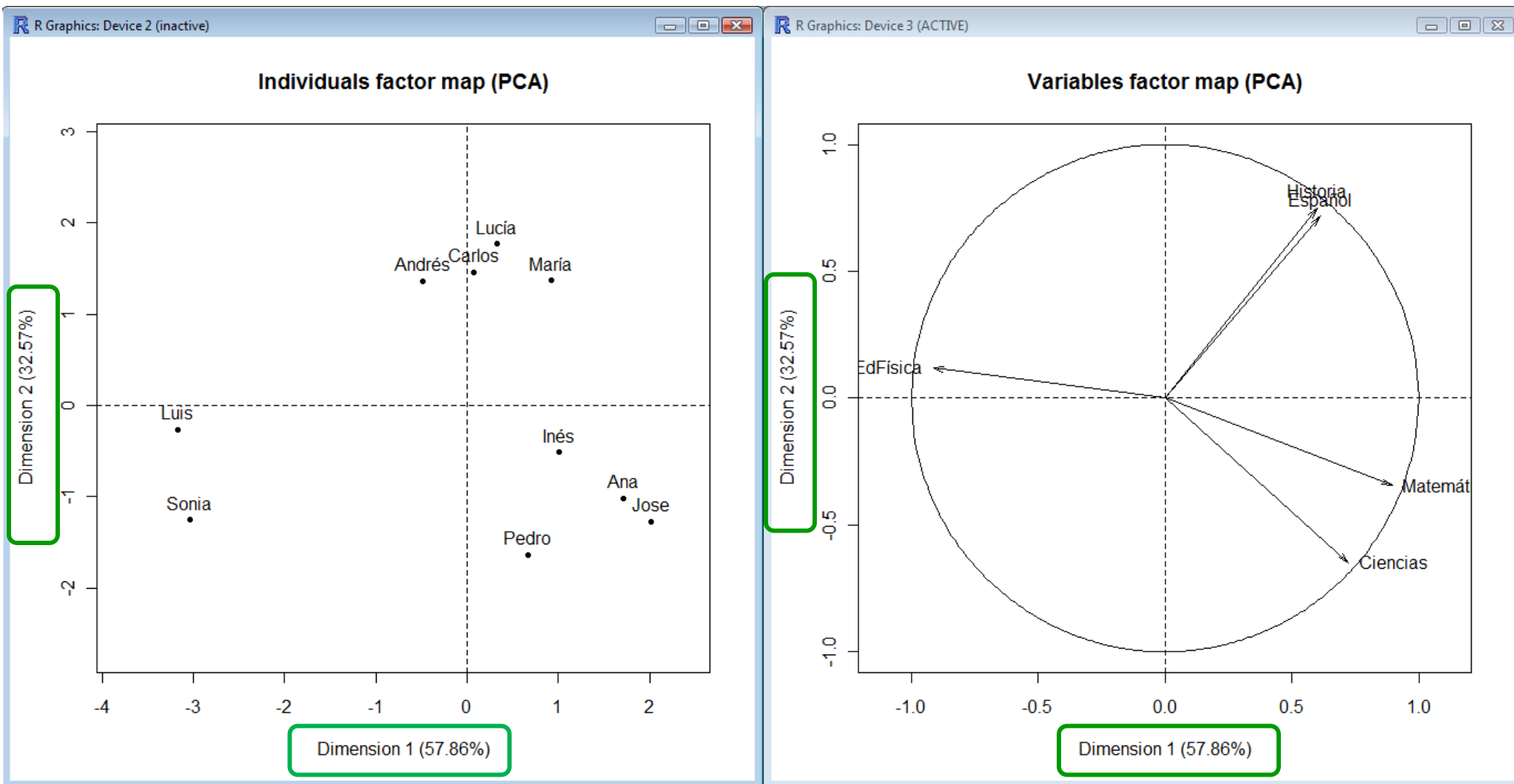
# Calidad de los Gráficos

- Por ejemplo, la **inercia** explicada por el plano principal, ejes 1 y 2 es:

$$\frac{\beta_1 + \beta_2}{m}.$$

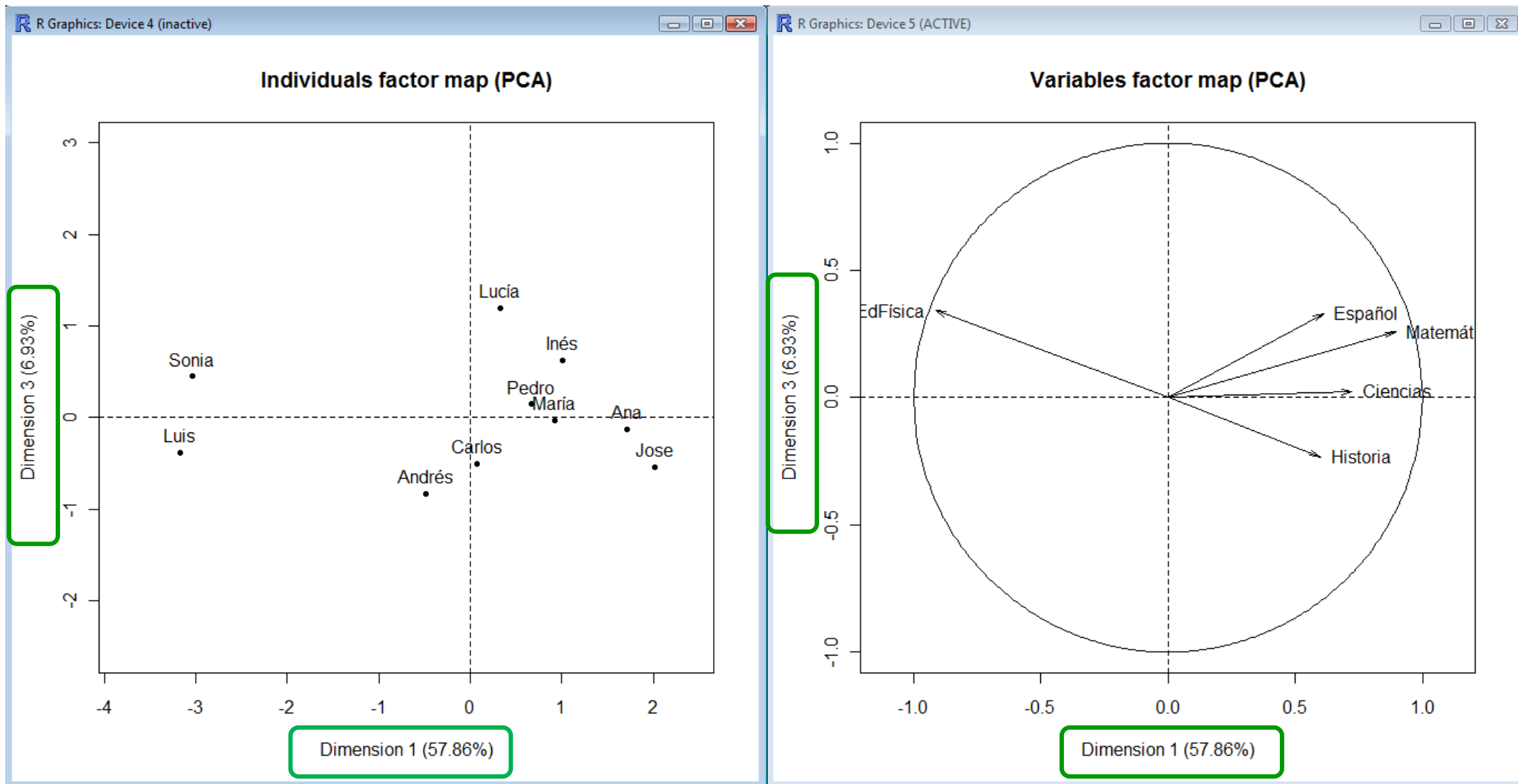


# Inercia Explicada = 90.43%



$$\text{Inercia} = 57.86 + 32.57 = 90.43$$

# Inercia Explicada = 64.79%

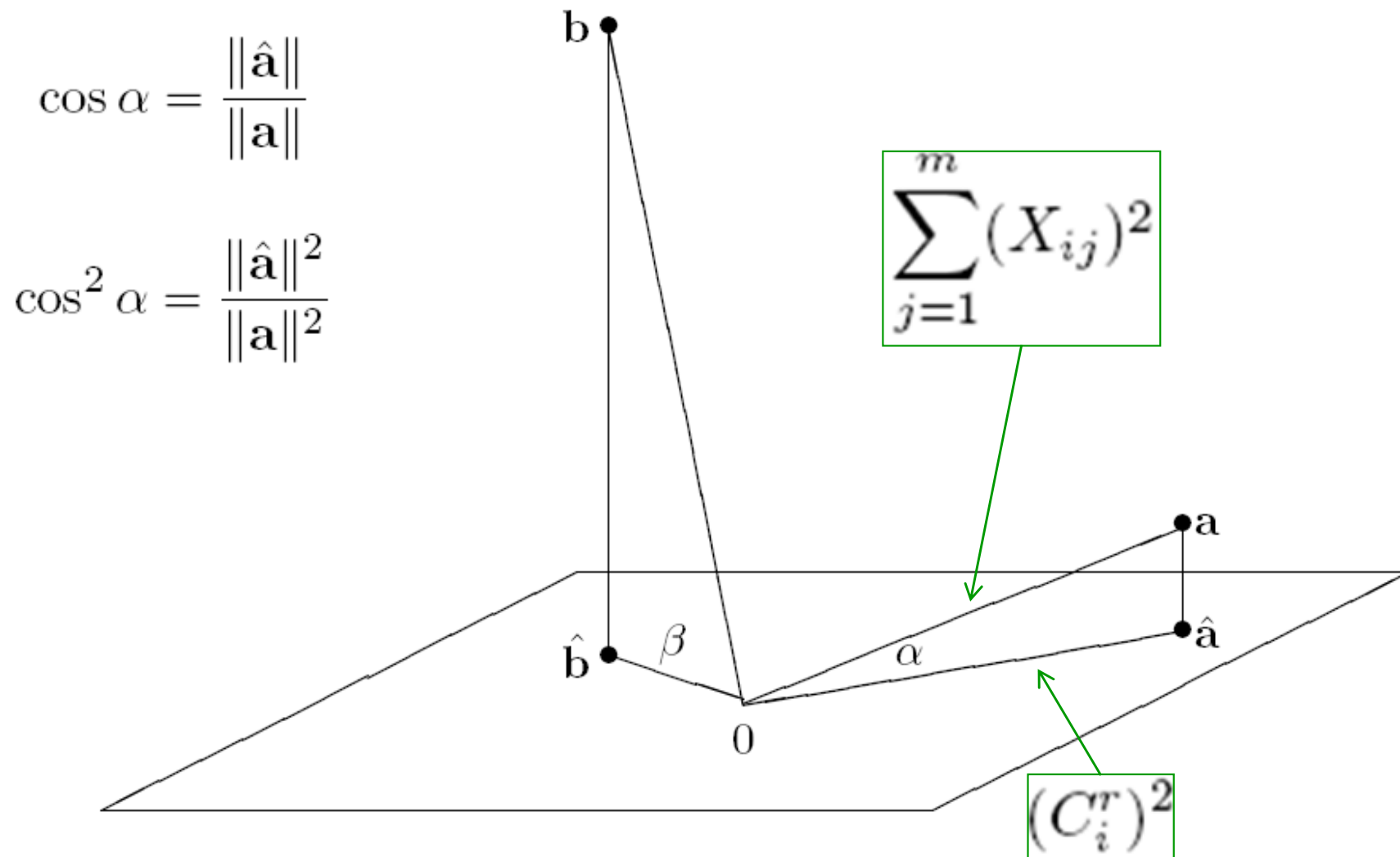


$$\text{Inercia} = 57.86 + 6.93 = 64.79$$

# Calidad de la representación de individuos y variables

1. Solamente los INDIVIDUOS y VARIABLES **BIEN** representados en el plano principal y en círculo de correlaciones, respectivamente, pueden ser interpretados.
2. ¿Cómo saber que un INDIVIDUO o VARIABLE está **BIEN** representado?





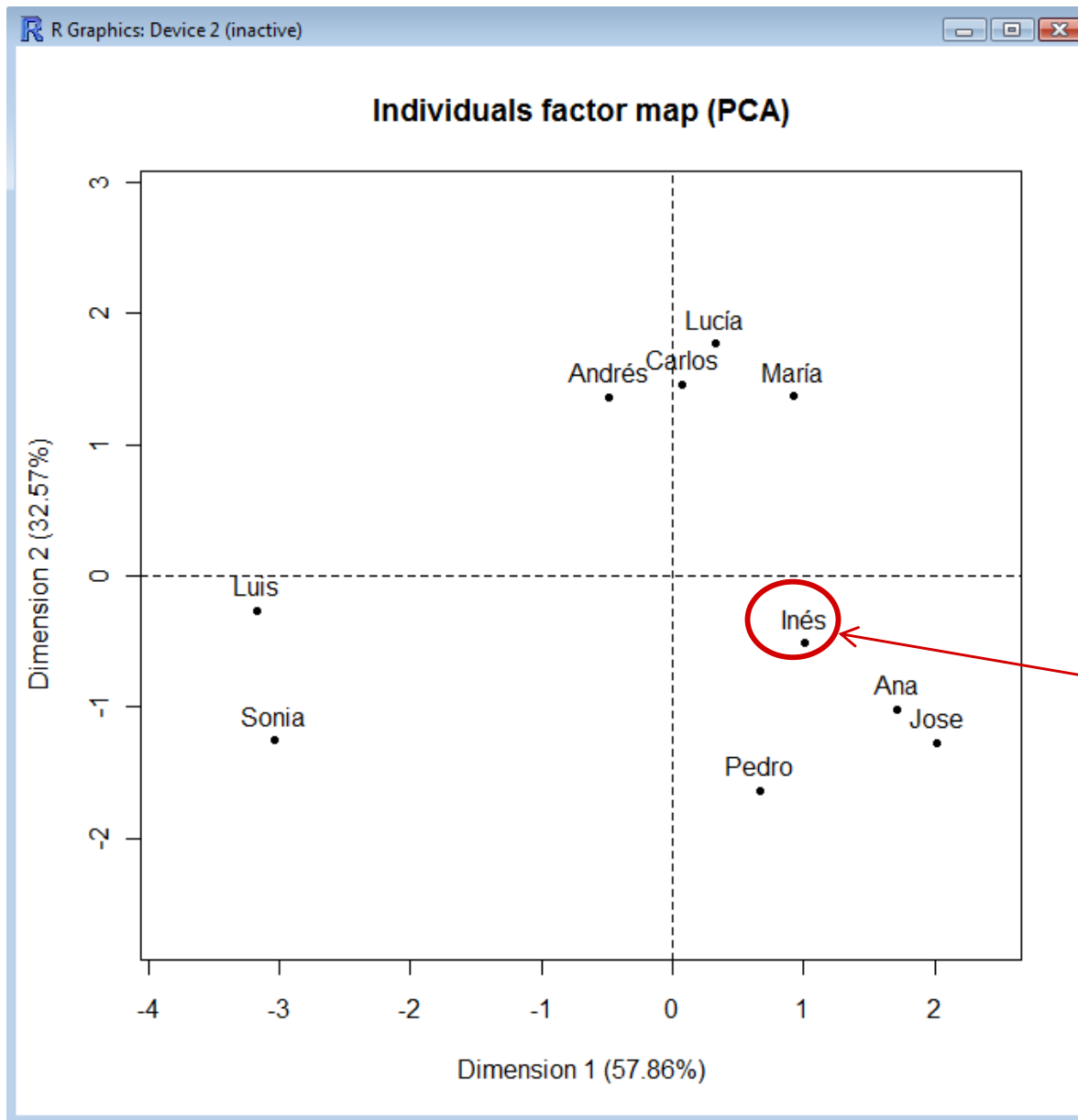
**NOTA:** Si el  $\cos^2 \alpha$  es “cercano” a 1 la representación del individuo será muy buena o si multiplicado por 100 es mayor a 60 la representación es buena.

# Ejemplo $\text{Cos}^2(\alpha)$ : Estudiantes

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
Luía	0.022270827	0.670420670	0.3066598387	0.0006458478	2,82E+00
Pedro	0.139905502	0.848430539	0.0066865270	0.0001680781	4,81E+03
Inés	0.514468899	0.136122895	0.2024397137	0.1365196756	1,04E+04
Luis	0.936851990	0.006429392	0.0135836048	0.0427712757	3,64E+02
Andés	0.084139511	0.656353715	0.2456037030	0.0085448999	5,36E+03
Ana	0.732686110	0.261979570	0.0040527949	0.0011209894	1,61E+02
Carlos	0.001892733	0.886081139	0.1061921889	0.0057625700	7,14E+01
Jose	0.673612108	0.270910359	0.0489165039	0.0065104446	5,06E+01
Sonia	0.808829929	0.137636943	0.0176072367	0.0358004434	1,25E+02
María	0.308554271	0.677869212	0.0003109770	0.0018464085	1,14E+04

# Ejemplo $\text{Cos}^2(\alpha)$ : Estudiantes

	Dim.1	Dim.2	SUMA*100
Luía	0,022270827	0,67042067	69,27
Pedro	0,139905502	0,848430539	98,83
Inés	0,514468899	0,136122895	65,06
Luis	0,93685199	0,006429392	94,33
Andés	0,084139511	0,656353715	74,05
Ana	0,73268611	0,26197957	99,47
Carlos	0,001892733	0,886081139	88,80
Jose	0,673612108	0,270910359	94,45
Sonia	0,808829929	0,137636943	94,65
María	0,308554271	0,677869212	98,64



Todos los individuos están bien representados en este plano.

Inés es la persona que tiene la menos buena representación en este plano.

## Calidad de representación de cada variable

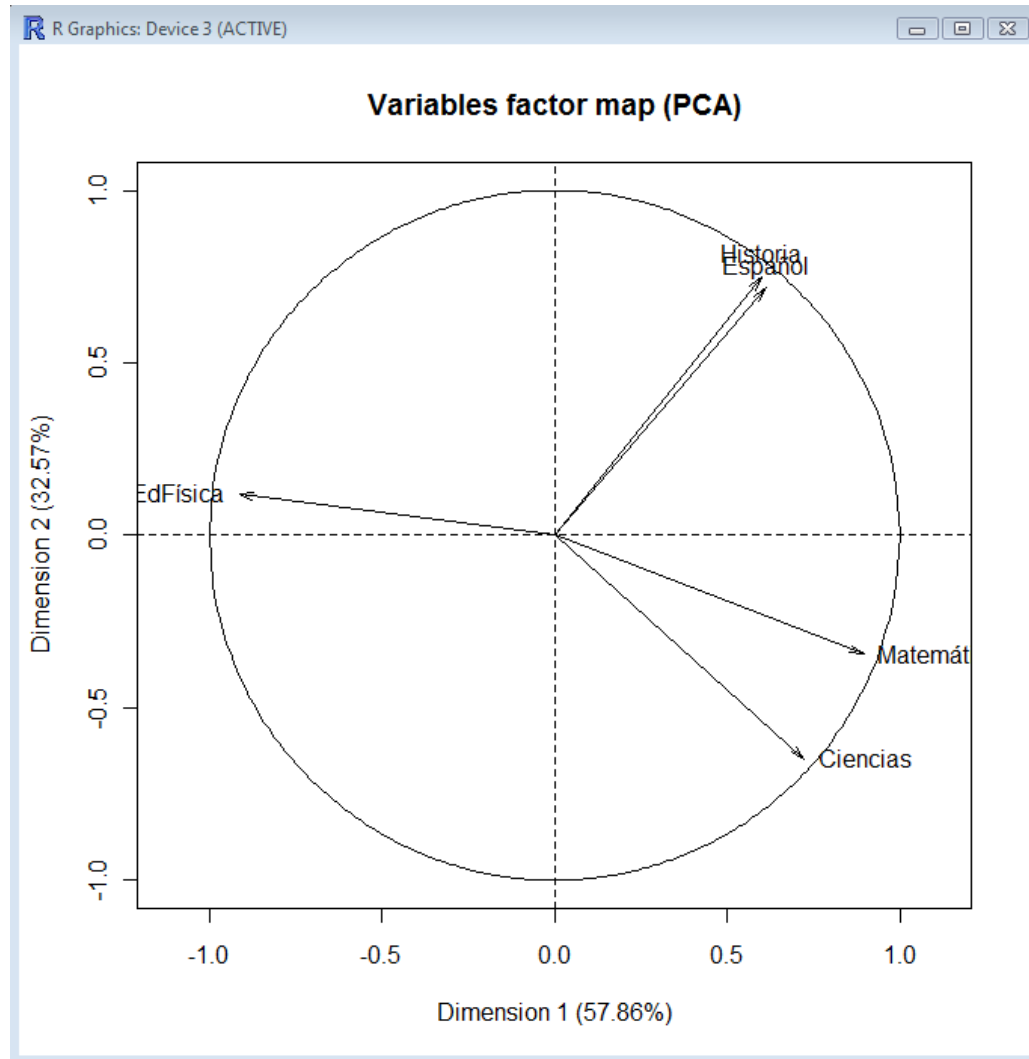
- ✓ La calidad de la representación de una variable sobre el círculo de correlaciones, será también medida con el ***coseno al cuadrado*** del ángulo la variable y su proyección. Ahora bien, recuérdese que entre variables, el coseno es igual a una correlación, por lo que serán las ***correlaciones cercanas a 1*** las que impliquen la calidad de la representación de las variables.
- ✓ Es decir estarán bien representadas aquellas variables que queden ubicadas cerca de la frontera o borde del círculo de correlaciones

# Ejemplo $\text{Cos}^2(\alpha)$ : Estudiantes

	Dim1	Dim2	Dim3	Dim4	Dim5
Matemáticas	0,802454	0,1191655	0,066553324	0,008366429	0,003460737
Ciencias	0,5224364	0,42041555	0,000568361	0,055638305	0,000941406
Español	0,3731904	0,51454884	0,109577763	0,000602286	0,002080688
Historia	0,3599073	0,56020745	0,053853443	0,02446017	0,001571681
EdFísica	0,8352616	0,01431309	0,116043157	0,03354527	0,000836881

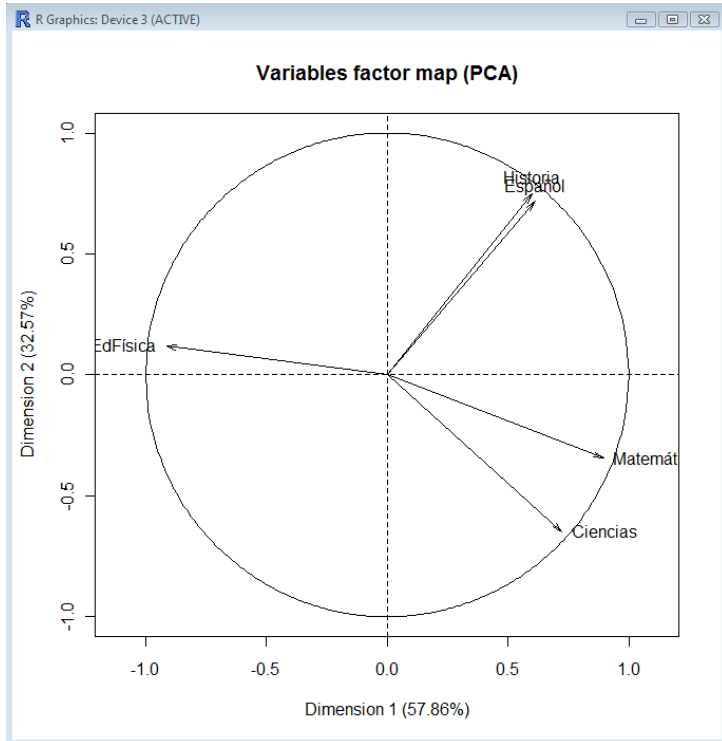
	Dim1	Dim2	Suma
Matemáticas	0,802454	0,1191655	0,9216195
Ciencias	0,5224364	0,42041555	0,94285195
Español	0,3731904	0,51454884	0,88773924
Historia	0,3599073	0,56020745	0,92011475
EdFísica	0,8352616	0,01431309	0,84957469

# Ejemplo: Estudiantes



Todas las variables están bien representadas en este círculo de correlaciones

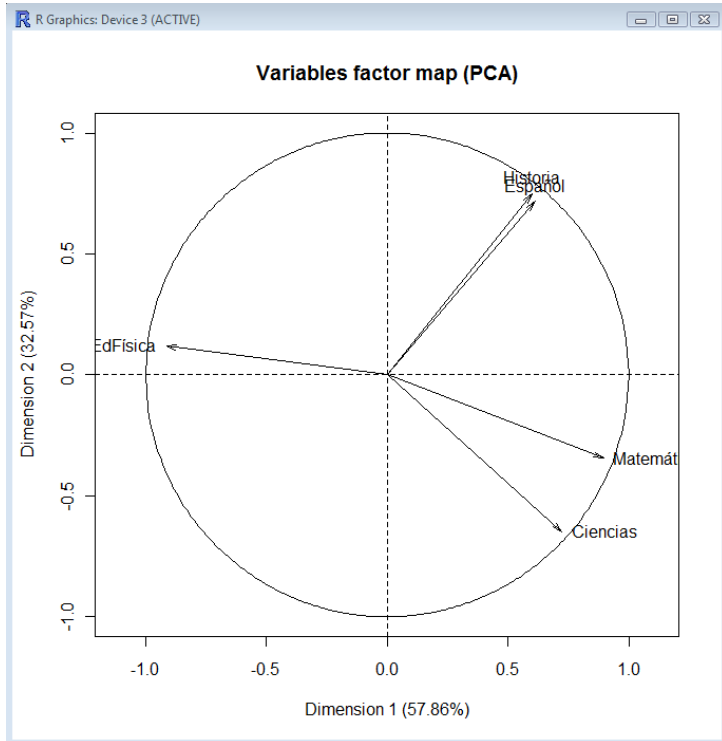
# Ejemplo: Estudiantes



Un ángulo de apenas  $1,71^\circ$  representa una clara correlación **positiva** entre las variables Español e Historia, es decir, que las notas en estas materias se comportan de manera similar en los estudiantes.

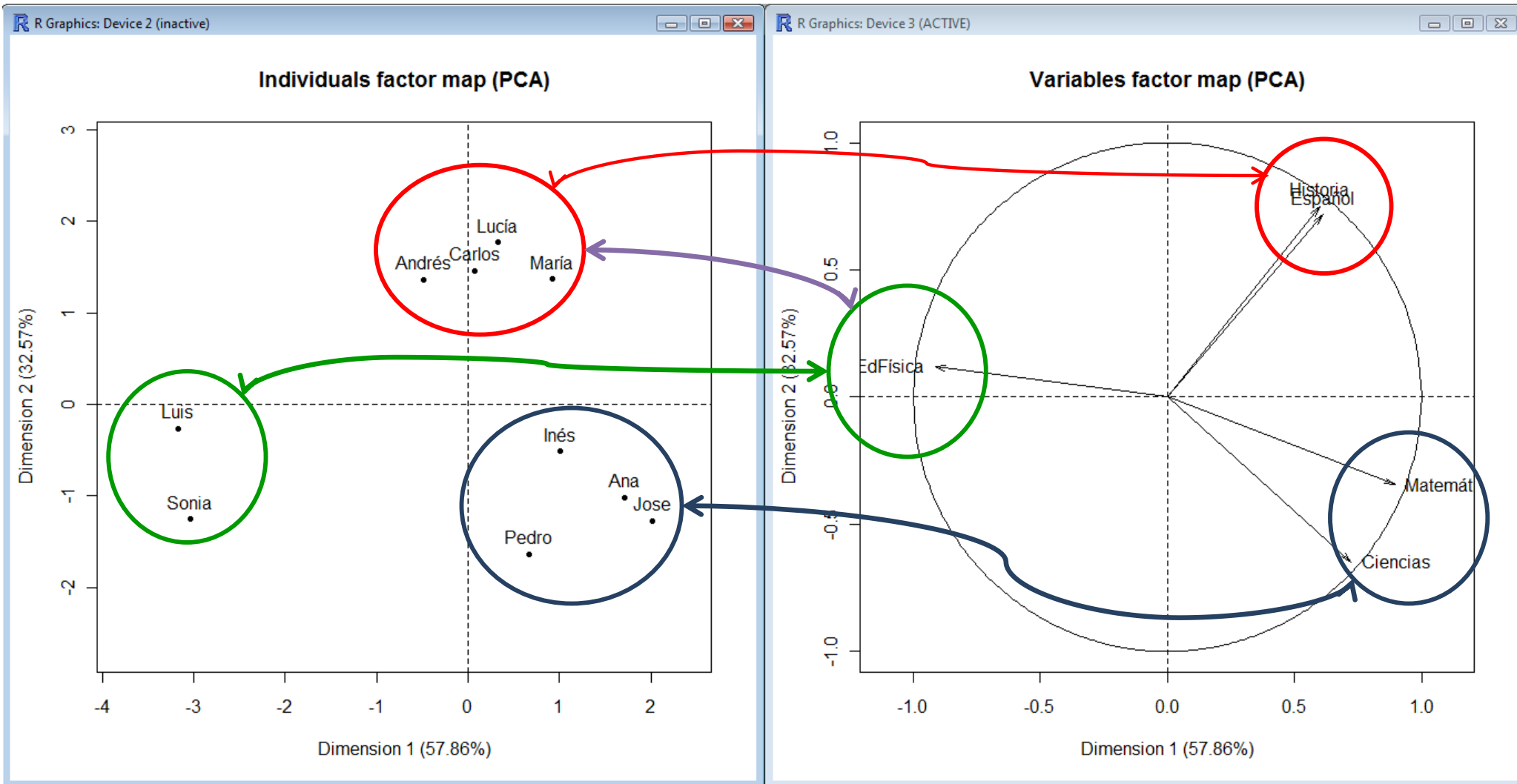


# Ejemplo: Estudiantes



Ángulos cercanos a  $180^\circ$ , como este caso de  $166,38^\circ$  entre Matemáticas y Ed. Física denotan correlaciones **negativas**. Entonces al crecer variable Matemáticas, la variable Educación Física va a disminuir y viceversa.

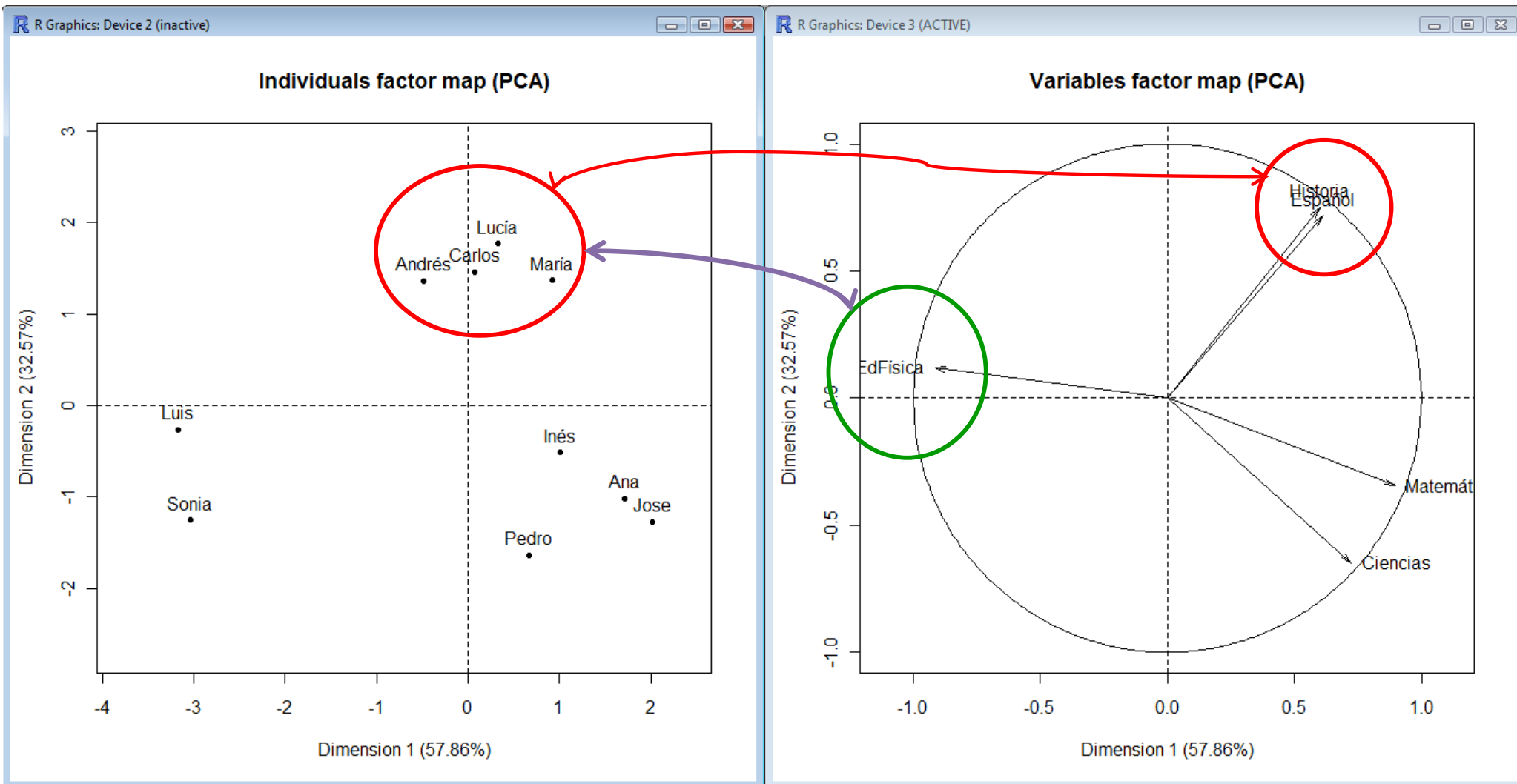
# Sobreposición de Gráficos



# Sobreposición de Gráficos

- El clúster 1 (Luis y Sonia), se ve fuertemente impactado –de manera positiva– por las notas de educación física, es decir, son buenos deportistas. Recordando las correlaciones entre variables, podemos afirmar que son malos en ciencias y matemáticas, pues son variables inversamente correlacionadas con respecto a educación física. También se puede apreciar que son malos en español e historia, pues se oponen negativamente a estas variables en el plano.
- El clúster 2 (Ana, Inés, José y Pedro) parece ser el opuesto del clúster 1. Sus integrantes se destacan en las ciencias y las matemáticas, sin embargo son malos en deportes. Con respecto a las materias de español e historia, por estar de forma perpendicular o correlación nula, no es correcto asumir nada sobre su comportamiento.
- El clúster 3 (Andrés, Carlos, Lucía y María) se caracteriza por agrupar a los estudiantes destacados en el área de español e historia. Se puede inferir también que si bien no son excelentes en deportes, al menos no son los peores, pues se encuentran en la mitad del eje X.

# Influencia de dos o más variables

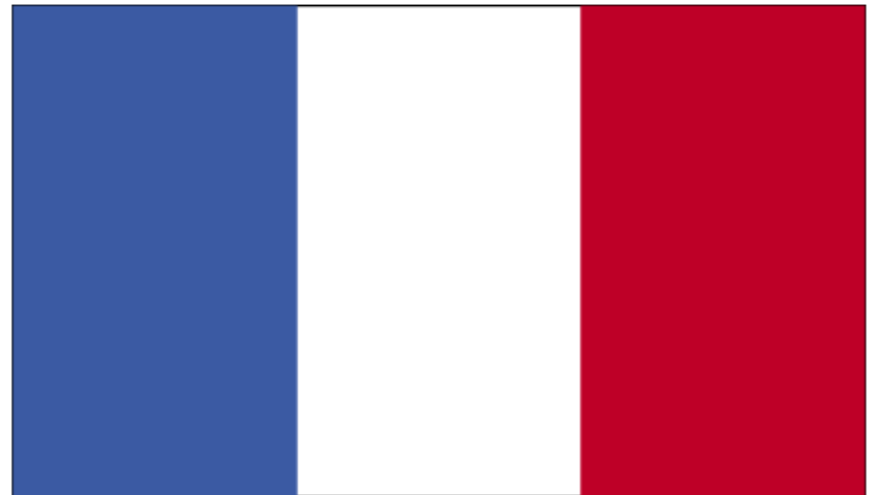


Ejemplos con el software:

***FactoMineR***

# ***FactoMineR***

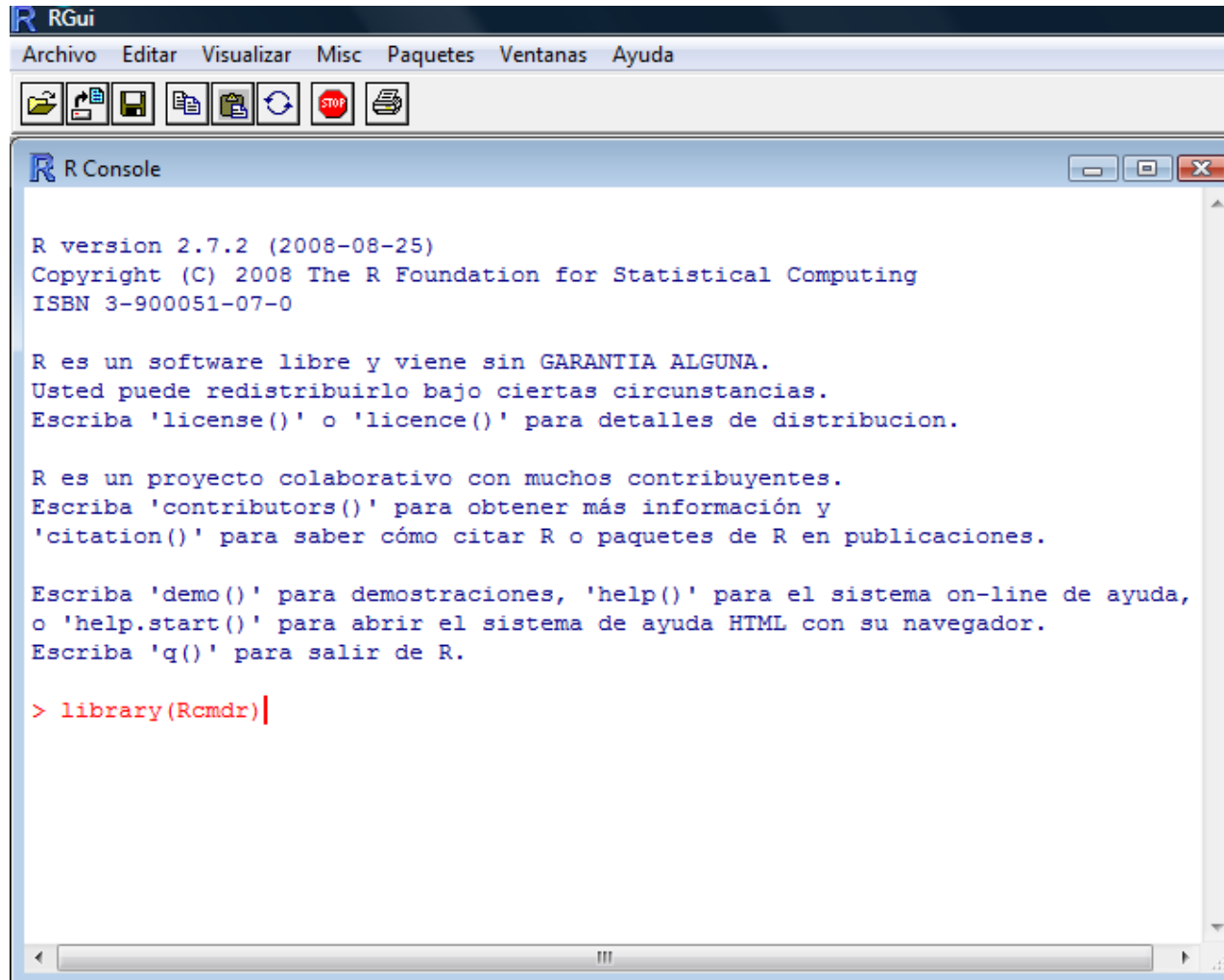
- Applied mathematics department
- IRMAR - Agrocampus Rennes University  
France.
- <http://factominer.free.fr>



# Usando “*FactoMineR* GUI”

- FactoMineR queda incluido como una opción del menú del ambiente RComander.
- El usuario se beneficia de todas las funcionalidades del paquete Rcmdr.
- Cada vez que quiero hacer análisis multivariado con FactoMineR mediante su interfaz gráfica de usuario, usted tiene que escribir el código siguiente línea en su sesión de R: ***library(Rcmdr)***

# Usando “*FactoMineR* GUI”



The image shows a screenshot of the RGui application window. The title bar reads "RGui". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Visualizar", "Misc", "Paquetes", "Ventanas", and "Ayuda". Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations and execution. The main window is titled "R Console" and contains the following text:

```
R version 2.7.2 (2008-08-25)
Copyright (C) 2008 The R Foundation for Statistical Computing
ISBN 3-900051-07-0

R es un software libre y viene sin GARANTIA ALGUNA.
Usted puede redistribuirlo bajo ciertas circunstancias.
Escriba 'license()' o 'licence()' para detalles de distribucion.

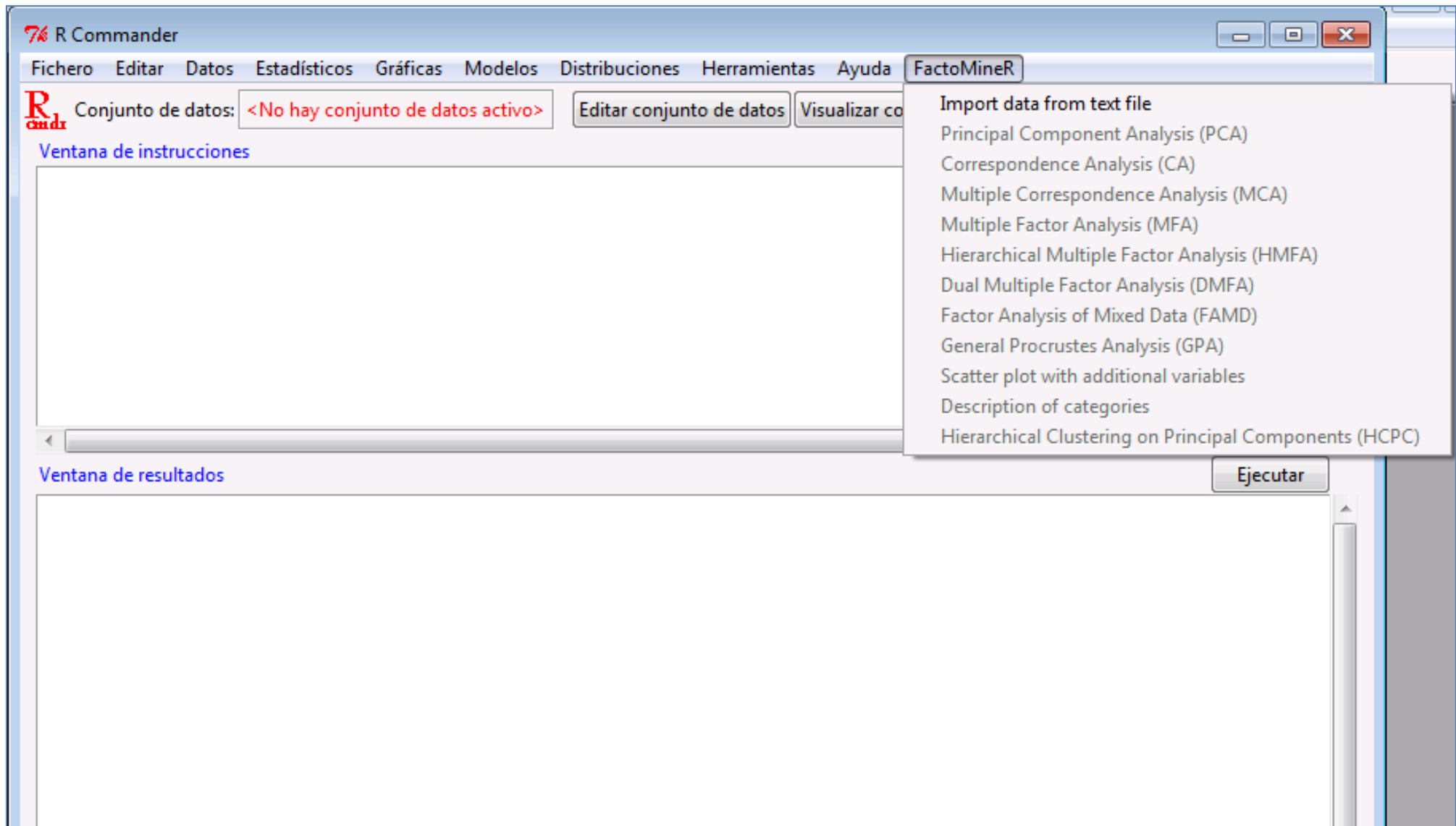
R es un proyecto colaborativo con muchos contribuyentes.
Escriba 'contributors()' para obtener más información y
'citation()' para saber cómo citar R o paquetes de R en publicaciones.

Escriba 'demo()' para demostraciones, 'help()' para el sistema on-line de ayuda,
o 'help.start()' para abrir el sistema de ayuda HTML con su navegador.
Escriba 'q()' para salir de R.

> library(Rcmdr)|
```



# Usando *FactoMineR* sobre RComander



# Ejecutando un ACP

**R Commander**

Fichero Editar Datos Estadísticos Gráficas Modelos Distribuciones Herramientas Ayuda **FactoMineR**

Conjunto de datos: **Datos** Editar conjunto de datos Visualizar conjunto de datos Modelos

Ventana de instrucciones

```
res<-PCA(Datos.PCA , scale.unit=TRUE, ncp=5, quanti.sup=c(5: 5), gra
plot.PCA(res, axes=c(1, 2), choix="ind", habillage="none", col.ind="
plot.PCA(res, axes=c(1, 2), choix="var", col.var="black", col.quant
res$eig
res$var
res$ind
res$quanti.sup
dimdesc(res, axes=c(1, 2))
remove(Datos.PCA)
```

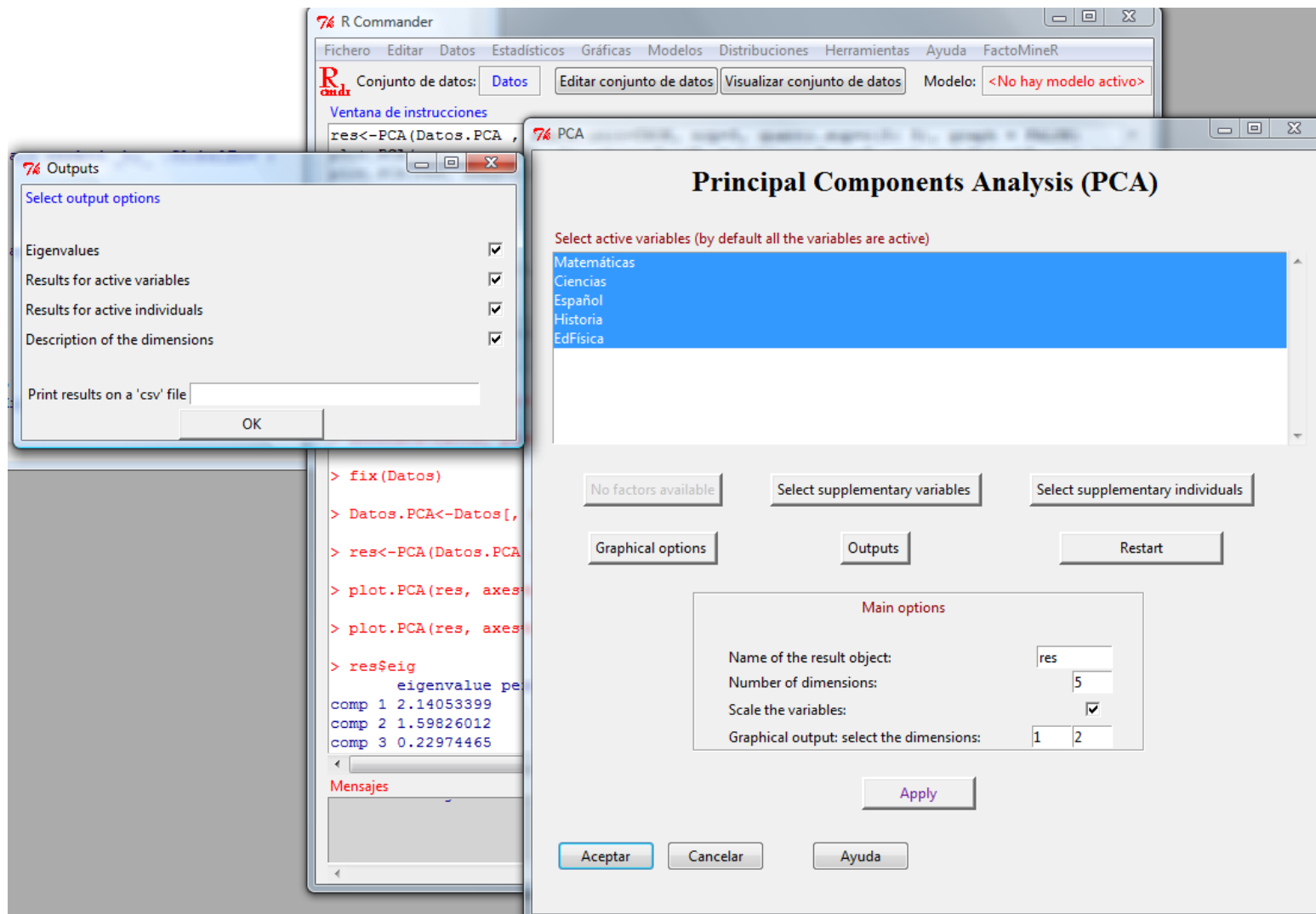
Ventana de resultados

Ejecutar

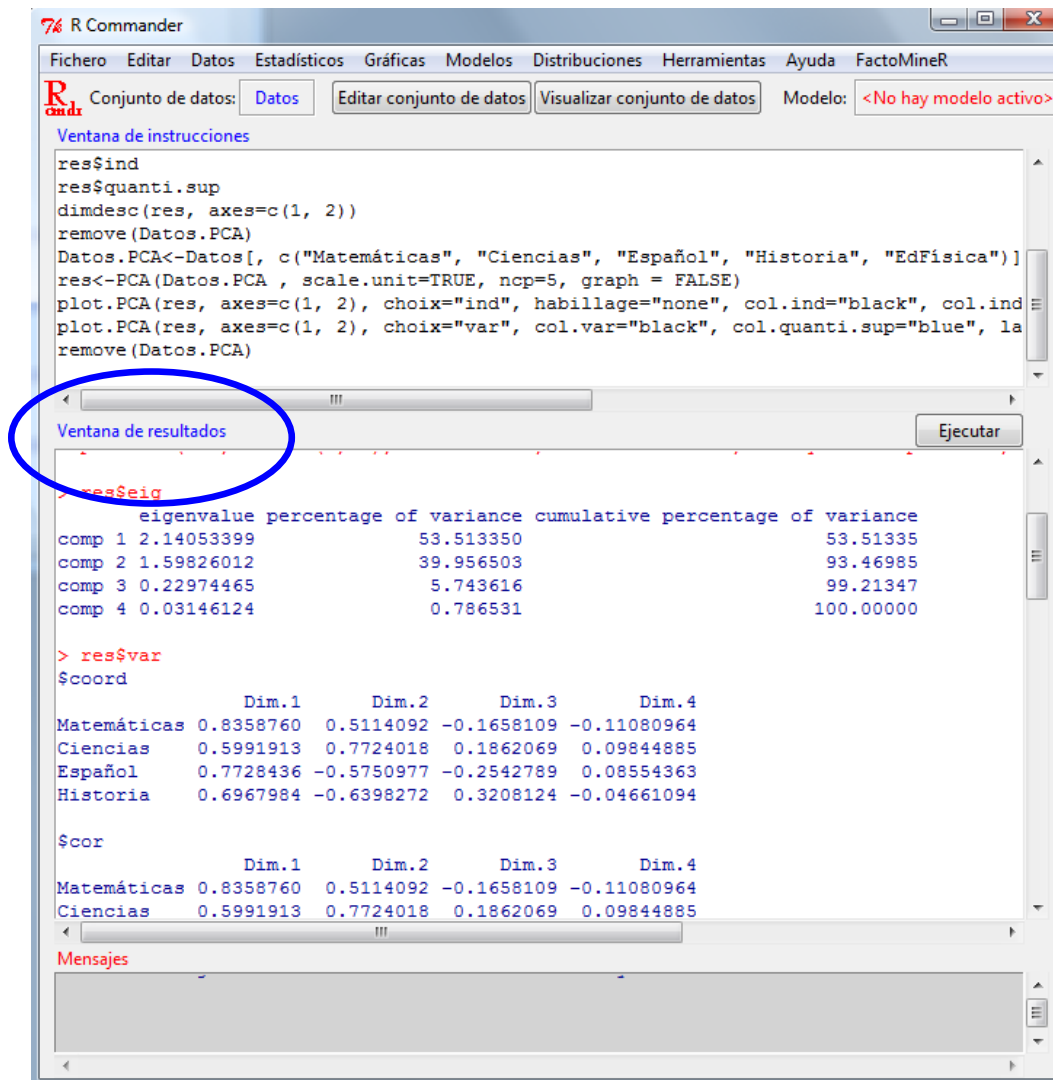
```
> Datos <- read.table("C:/Olde/MinerR/NotasEscolares.txt", header=TRUE, sep=" ", na.
> showData(Datos, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'), maxwidth=80, maxhe
> fix(Datos)
> Datos.PCA<-Datos[, c("Matemáticas", "Ciencias", "Español", "Historia", "EdFisica"
> res<-PCA(Datos.PCA , scale.unit=TRUE, ncp=5, quanti.sup=c(5: 5), graph = FALSE)
> plot.PCA(res, axes=c(1, 2), choix="ind", habillage="none", col.ind="black", col.i
> plot.PCA(res, axes=c(1, 2), choix="var", col.var="black", col.quanti.sup="blue",
> res$eig
      eigenvalue percentage of variance cumulative percentage of variance
comp 1 2.14053399          53.513350          53.51335
comp 2 1.59826012          39.956503          93.46985
comp 3 0.22974465           5.743616          99.21347
```

Mensajes

# Ejecutando un ACP



# Salidas



R Commander

Fichero Editar Datos Estadísticos Gráficas Modelos Distribuciones Herramientas Ayuda FactoMineR

Conjunto de datos: Datos Editar conjunto de datos Visualizar conjunto de datos Modelo: <No hay modelo activo>

Ventana de instrucciones

```
res$ind
res$quanti.sup
dimdesc(res, axes=c(1, 2))
remove(Datos.PCA)
Datos.PCA<-Datos[, c("Matemáticas", "Ciencias", "Español", "Historia", "EdFísica")]
res<-PCA(Datos.PCA, scale.unit=TRUE, ncp=5, graph = FALSE)
plot.PCA(res, axes=c(1, 2), choix="ind", habillage="none", col.ind="black", col.ind
plot.PCA(res, axes=c(1, 2), choix="var", col.var="black", col.quanti.sup="blue", la
remove(Datos.PCA)
```

Ventana de resultados Ejecutar

```
> res$eig
      eigenvalue percentage of variance cumulative percentage of variance
comp 1  2.14053399             53.513350             53.51335
comp 2  1.59826012             39.956503             93.46985
comp 3  0.22974465              5.743616             99.21347
comp 4  0.03146124              0.786531            100.00000

> res$var
$coord
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
Matemáticas 0.8358760  0.5114092 -0.1658109 -0.11080964
Ciencias    0.5991913  0.7724018  0.1862069  0.09844885
Español     0.7728436 -0.5750977 -0.2542789  0.08554363
Historia    0.6967984 -0.6398272  0.3208124 -0.04661094

$cor
      Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4
Matemáticas 0.8358760  0.5114092 -0.1658109 -0.11080964
Ciencias    0.5991913  0.7724018  0.1862069  0.09844885
```

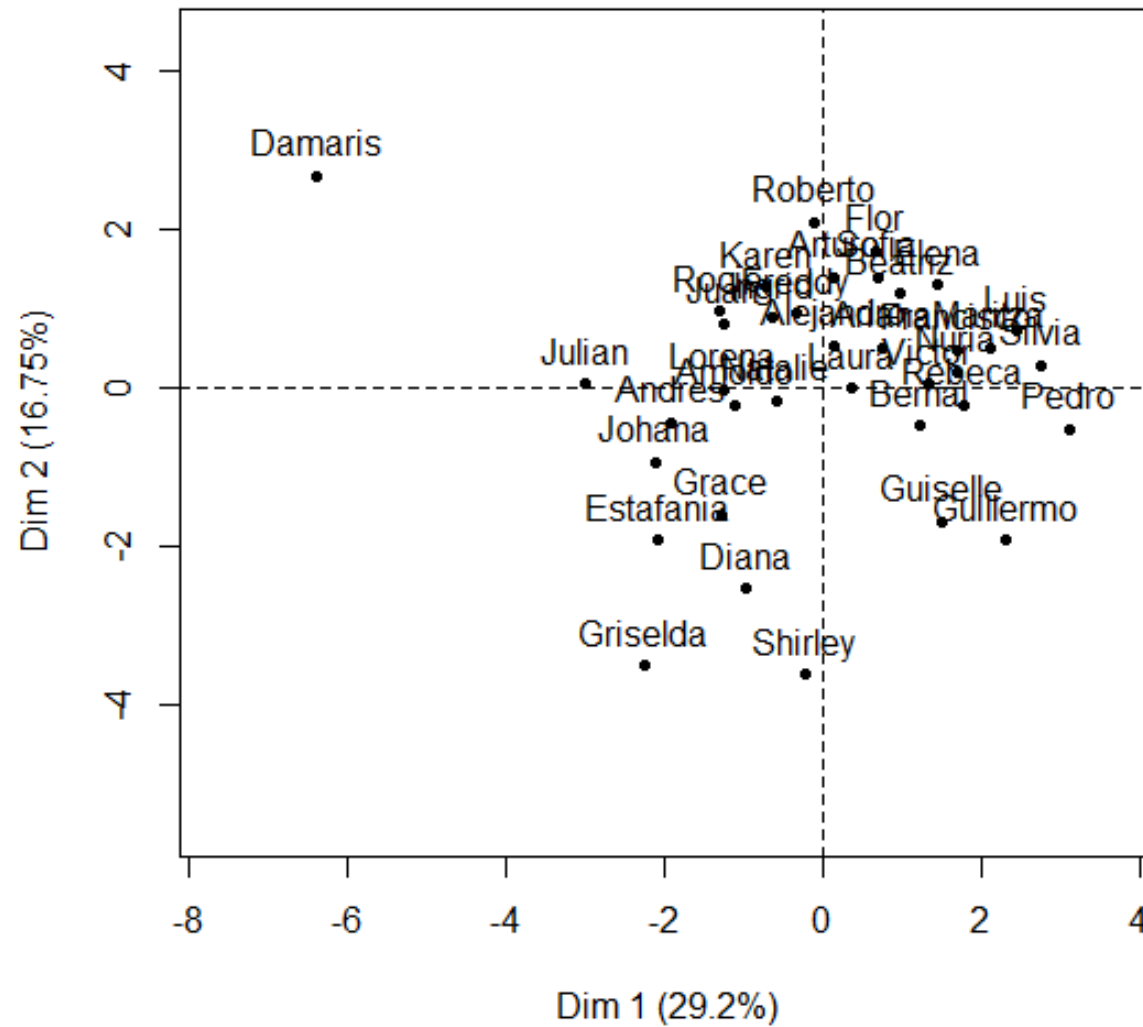
Mensajes

# Ejemplo: Servicio al Cliente

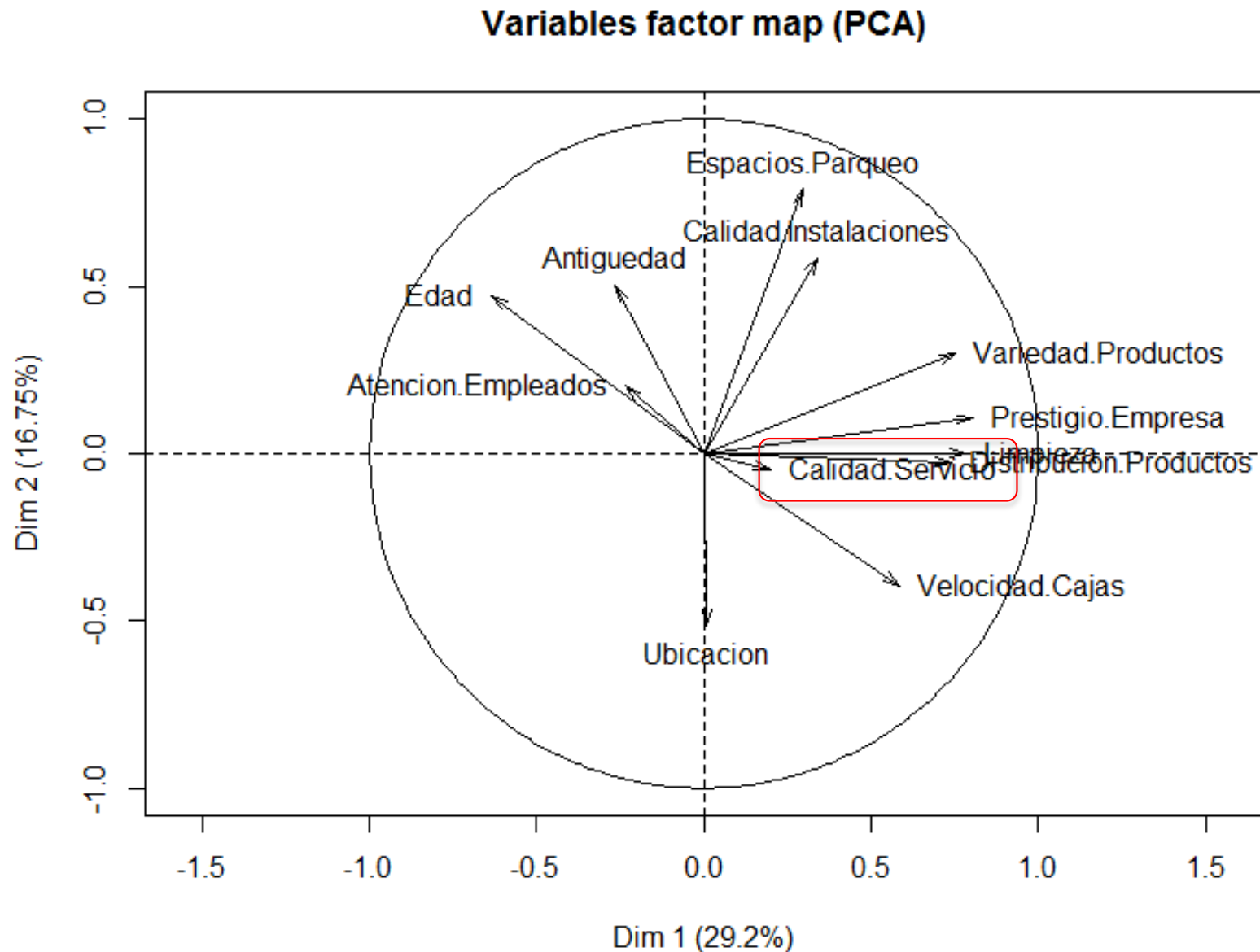
Nombre Cliente	Edad	Antigüedad	Espacios Parqueo	Velocidad Cajas	Distribucion Productos	Atencion Empleados	Calidad Instalaciones	Ubicacion	Limpieza	Variedad Productos	Prestigio Empresa	Calidad Servicio
Ariana	25	01	7,6	7,6	7,8	9,7	5,0	9,0	7,6	5,6	7,0	6,6
Guiselle	24	00	4,8	9,0	7,2	10,0	2,0	9,6	6,8	8,4	9,8	5,4
Francisco	28	07	6,8	8,4	7,6	8,7	2,7	9,2	6,2	9,0	9,6	8,5
Griselda	23	00	3,4	7,8	9,0	10,0	1,0	10,0	4,4	4,0	2,8	5,4
Damaris	49	06	7,0	3,2	1,2	10,0	4,0	9,0	1,4	4,8	2,6	3,3
Johana	32	04	5,6	7,8	6,8	10,0	3,0	10,0	5,0	4,2	4,2	7,2
Bernal	26	00	6,2	8,0	6,6	9,3	3,3	8,6	7,8	6,4	9,6	6,5
Freddy	23	04	5,6	6,8	6,2	9,7	4,0	6,8	6,8	7,4	5,6	4,5
Estafania	25	04	4,6	8,0	3,8	10,0	1,7	9,8	5,0	4,4	6,0	7,6
Laura	29	00	5,4	6,4	8,8	9,7	6,7	10,0	5,6	6,2	8,4	6,5
Arnoldo	32	13	4,2	7,8	7,6	10,0	1,3	9,6	7,4	6,4	7,0	3,9
Beatriz	27	05	8,0	9,4	5,6	8,7	4,0	7,4	7,2	6,6	7,6	5,4
Rebeca	22	00	6,8	9,0	9,0	10,0	5,0	9,4	6,0	7,0	9,4	4,6
Sofia	31	05	7,2	7,6	7,6	10,0	5,3	9,6	7,6	7,0	8,8	2,4
Ingrid	27	05	6,2	7,8	5,0	10,0	5,0	9,0	4,2	7,6	7,4	4,0
Rocio	42	04	6,2	9,0	6,2	10,0	3,0	7,4	6,2	6,2	5,2	5,7
Karen	43	05	6,6	7,8	5,6	9,7	3,7	8,8	7,2	6,2	8,0	5,4
Luis	24	04	7,8	7,2	9,6	9,0	3,0	9,4	8,0	9,4	8,0	8,8
Pedro	21	01	6,2	9,6	8,4	10,0	5,3	10,0	9,0	8,4	9,6	6,0
Lorena	30	04	6,8	7,8	4,0	9,3	2,7	9,2	6,8	6,2	4,6	4,5
Elena	31	05	7,0	7,4	8,0	9,3	3,3	8,6	7,8	9,2	8,4	5,6
Julian	40	05	5,0	7,8	3,4	9,7	3,3	9,2	4,2	6,0	5,0	1,5
Natalie	34	01	6,4	5,6	3,4	10,0	0,7	10,0	8,4	7,2	9,6	4,6
Shirley	24	00	3,8	9,6	6,0	7,7	1,0	9,4	6,4	6,0	5,2	3,0
Andres	38	03	6,0	7,8	3,6	9,3	2,3	9,6	4,8	5,8	6,4	6,9
Alejandro	26	06	6,2	8,6	8,0	9,3	5,0	8,6	5,6	6,6	6,6	3,2
Grace	28	00	6,0	7,8	3,0	10,0	0,7	10,0	7,0	6,2	5,8	5,5
Nuria	21	00	6,8	8,0	8,6	9,3	3,7	7,8	7,8	8,0	7,4	2,3
Flor	24	01	7,6	7,2	7,4	10,0	6,0	8,0	6,2	8,0	6,6	2,5
Roberto	41	08	6,8	8,8	6,4	10,0	5,0	8,6	8,2	7,4	6,6	3,2
Victor	27	03	7,6	8,2	9,4	9,7	2,0	9,4	7,8	7,0	8,2	5,2
Arturo	34	05	7,2	7,8	8,6	9,7	3,0	7,4	6,8	5,8	8,2	6,5
Maritza	24	04	6,8	8,2	7,2	10,0	3,7	9,4	9,6	9,0	8,2	5,8
Diana	24	01	3,4	8,2	3,8	10,0	0,7	9,2	7,6	6,6	6,4	2,6
Juan	23	04	6,0	6,6	4,0	10,0	3,0	6,8	6,2	6,8	4,6	8,1
Guillermo	19	01	4,8	9,6	9,2	9,0	4,0	9,6	7,6	7,2	8,8	4,8
Silvia	25	02	6,0	9,0	8,2	10,0	6,0	9,6	9,2	9,2	8,6	5,5

# Plano principal

Individuals factor map (PCA)

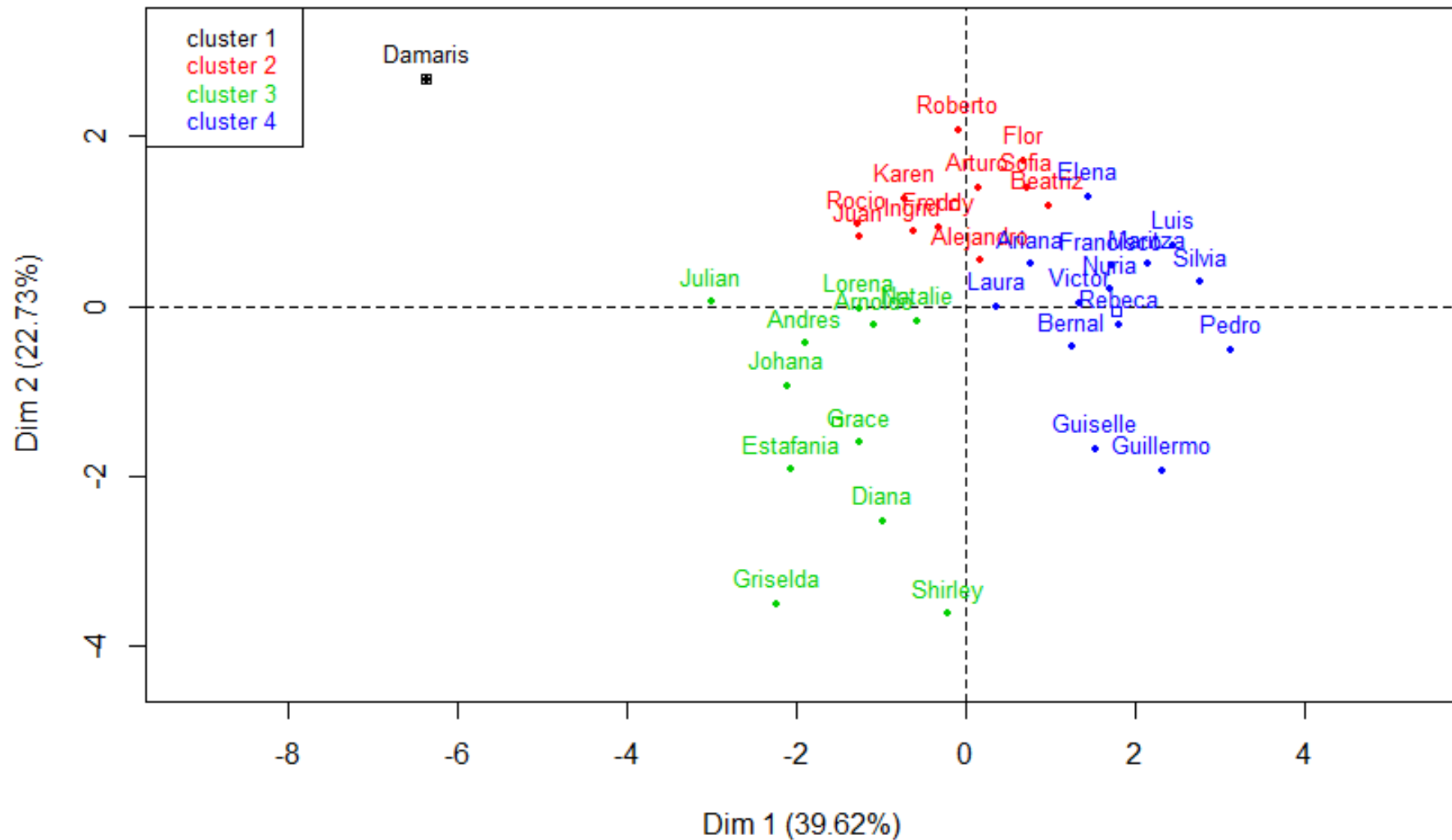


# Círculo de Correlaciones



# Análisis de los conglomerados

Factor map





Nombre Cliente	Edad	Antigüedad	Espacios Parqueo	Velocidad Cajas	Distribucion Productos	Atencion Empleados	Calidad Instalaciones	Ubicacion	Limpieza	Variedad Productos	Prestigio Empresa	Calidad Servicio
Ariana	25	01	7,6	7,6	7,8	9,7	5,0	9,0	7,6	5,6	7,0	6,6
Guiselle	24	00	4,8	9,0	7,2	10,0	2,0	9,6	6,8	8,4	9,8	5,4
Francisco	28	07	6,8	8,4	7,6	8,7	2,7	9,2	6,2	9,0	9,6	8,5
Griselda	23	00	3,4	7,8	9,0	10,0	1,0	10,0	4,4	4,0	2,8	5,4
Damaris	49	06	7,0	3,2	1,2	10,0	4,0	9,0	1,4	4,8	2,6	3,3
Johana	32	04	5,6	7,8	6,8	10,0	3,0	10,0	5,0	4,2	4,2	7,2
Bernal	26	00	6,2	8,0	6,6	9,3	3,3	8,6	7,8	6,4	9,6	6,5
Freddy	23	04	5,6	6,8	6,2	9,7	4,0	6,8	6,8	7,4	5,6	4,5
Estafania	25	04	4,6	8,0	3,8	10,0	1,7	9,8	5,0	4,4	6,0	7,6
Laura	29	00	5,4	6,4	8,8	9,7	6,7	10,0	5,6	6,2	8,4	6,5
Arnoldo	32	13	4,2	7,8	7,6	10,0	1,3	9,6	7,4	6,4	7,0	3,9
Beatriz	27	05	8,0	9,4	5,6	8,7	4,0	7,4	7,2	6,6	7,6	5,4
Rebeca	22	00	6,8	9,0	9,0	10,0	5,0	9,4	6,0	7,0	9,4	4,6
Sofia	31	05	7,2	7,6	7,6	10,0	5,3	9,6	7,6	7,0	8,8	2,4
Ingrid	27	05	6,2	7,8	5,0	10,0	5,0	9,0	4,2	7,6	7,4	4,0
Rocio	42	04	6,2	9,0	6,2	10,0	3,0	7,4	6,2	6,2	5,2	5,7
Karen	43	05	6,6	7,8	5,6	9,7	3,7	8,8	7,2	6,2	8,0	5,4
Luis	24	04	7,8	7,2	9,6	9,0	3,0	9,4	8,0	9,4	8,0	8,8
Pedro	21	01	6,2	9,6	8,4	10,0	5,3	10,0	9,0	8,4	9,6	6,0
Lorena	30	04	6,8	7,8	4,0	9,3	2,7	9,2	6,8	6,2	4,6	4,5
Elena	31	05	7,0	7,4	8,0	9,3	3,3	8,6	7,8	9,2	8,4	5,6
Julian	40	05	5,0	7,8	3,4	9,7	3,3	9,2	4,2	6,0	5,0	1,5
Natalie	34	01	6,4	5,6	3,4	10,0	0,7	10,0	8,4	7,2	9,6	4,6
Shirley	24	00	3,8	9,6	6,0	7,7	1,0	9,4	6,4	6,0	5,2	3,0
Andres	38	03	6,0	7,8	3,6	9,3	2,3	9,6	4,8	5,8	6,4	6,9
Alejandro	26	06	6,2	8,6	8,0	9,3	5,0	8,6	5,6	6,6	6,6	3,2
Grace	28	00	6,0	7,8	3,0	10,0	0,7	10,0	7,0	6,2	5,8	5,5
Nuria	21	00	6,8	8,0	8,6	9,3	3,7	7,8	7,8	8,0	7,4	2,3
Flor	24	01	7,6	7,2	7,4	10,0	6,0	8,0	6,2	8,0	6,6	2,5
Roberto	41	08	6,8	8,8	6,4	10,0	5,0	8,6	8,2	7,4	6,6	3,2
Victor	27	03	7,6	8,2	9,4	9,7	2,0	9,4	7,8	7,0	8,2	5,2
Arturo	34	05	7,2	7,8	8,6	9,7	3,0	7,4	6,8	5,8	8,2	6,5
Maritza	24	04	6,8	8,2	7,2	10,0	3,7	9,4	9,6	9,0	8,2	5,8
Diana	24	01	3,4	8,2	3,8	10,0	0,7	9,2	7,6	6,6	6,4	2,6
Juan	23	04	6,0	6,6	4,0	10,0	3,0	6,8	6,2	6,8	4,6	8,1
Guillermo	19	01	4,8	9,6	9,2	9,0	4,0	9,6	7,6	7,2	8,8	4,8
Silvia	25	02	6,0	9,0	8,2	10,0	6,0	9,6	9,2	9,2	8,6	5,5

# Interpretación de los Clústeres

