

Consistencia interna de cuestionarios

Sección de Apoyo Estadístico (SAI)¹, Universidad de Murcia

Elvira Ferre Jaén (elvira@um.es)

Edificio SACE, 14 de octubre de 2016

¹<http://sae.saiblogs.inf.um.es/>

Consistencia interna de cuestionarios.

Fiabilidad

- La **fiabilidad** se entiende como el grado de estabilidad, precisión o consistencia que manifiesta el instrumento en la medición de un rasgo determinado.

Tipos de fiabilidad

- **Entre evaluadores:** mide el grado en que diferentes evaluadores dan estimaciones consistentes del mismo fenómeno.
- **Test-retest:** evalúa la consistencia temporal de una medida.
- **De formas paralelas:** evalúa la consistencia entre los resultados de dos cuestionarios contruidos con diferentes ítems pero que intentan medir el mismo constructo.
- **De consistencia interna:** determina la coherencia de los resultados entre los ítems dentro de un mismo cuestionario.

Consistencia interna

- Es una **medida** basada en las correlaciones existentes entre los ítems dentro de un cuestionario.
- Evalúa si los ítems del cuestionario que han sido diseñados para **medir un mismo constructo** producen resultados similares.
- Un alto grado de consistencia interna indica que los ítems trazados para evaluar el mismo constructo generan puntuaciones similares.

Medición de la consistencia interna

Conjunto de datos con el que trabajaremos

Utilizaremos los datos de un test en el que se miden 5 aspectos de la personalidad mediante una escala Likert(5).

El conjunto de datos está disponible en **Personality Tets** y se puede descargar **aquí**

Conjunto de datos con el que trabajaremos

Nos quedaremos con los 10 primeros ítems que constituyen el constructo *extroversión*

```
head( df )
```

```
##      E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8 E9 E10
## 1    4  4  5  4  5  5  4  3  5   5
## 2    2  4  3  3  3  3  1  1  1   1
## 3    5  5  1  2  5  5  1  1  5   5
## 4    2  1  2  2  3  2  3  2  4   1
## 5    3  5  3  3  3  5  3  5  3   1
## 6    1  1  2  2  1  3  2  2  1   1
```

La escala varía de la siguiente forma:

- 1 = En desacuerdo
- 3 = Neutro
- 5 = De acuerdo

Conjunto de datos con el que trabajaremos

Hay que tener en cuenta la dirección de los ítems del constructo, todos han de estar enunciados de forma afirmativa o negativa, pero no se pueden mezclar. Imaginemos los ítems:

- E1: Soy el alma de la fiesta.
- E2: No me gusta hablar mucho.
- E3: Me siento cómodo/a rodeado/a de gente.

```
# Cambiamos el sentido al ítem E2  
df[, "E2"] <- 6 - df[, "E2"]
```

Medidas de consistencia interna

Existe una amplia variedad de medidas para evaluar la consistencia interna. Presentamos cinco de ellas:

- Average inter-item correlation
- Average item-total correlation
- Split-half reliability
- Cronbach's alpha
- Composite reliability

Average Inter-item Correlation

Average Inter-item Correlation

El promedio de correlación entre ítems utiliza todos los elementos del cuestionario diseñados para medir el mismo constructo. Pasos:

- 1 Estimar la correlación entre cada par de elementos
- 2 Hallar la correlación media de cada ítem con el resto
- 3 Calcular la media de todas estas correlaciones.

Average Inter-item Correlation en R (1)

```
library( corrr )  
correlate( df )
```

rowname	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
E1		.45	.50	.52	.54	.37	.64	.45	.53	.49
E2	.45		.48	.55	.59	.57	.47	.38	.40	.45
E3	.50	.48		.49	.62	.33	.57	.42	.48	.50
E4	.52	.55	.49		.51	.47	.50	.45	.46	.52
E5	.54	.59	.62	.51		.50	.62	.39	.49	.55
E6	.37	.57	.33	.47	.50		.37	.33	.33	.41
E7	.64	.47	.57	.50	.62	.37		.40	.53	.52
E8	.45	.38	.42	.45	.39	.33	.40		.60	.43
E9	.53	.40	.48	.46	.49	.33	.53	.60		.46
E10	.49	.45	.50	.52	.55	.41	.52	.43	.46	

Average Inter-item Correlation en R (2)

```
co <- correlate( df )  
inter_item <- colMeans( co[, 2:11], na.rm = TRUE )  
inter_item
```

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
0.4984	0.4828	0.4866	0.4992	0.5335	0.409	0.5133	0.427	0.4732	0.4814

Podemos ver que E5 y E7 son los que más fuerte correlacionan.

Average Inter-item Correlation en R (3)

Para obtener la correlación media entre los ítems basta con calcular la media de estos valores:

```
mean( inter_item )
```

```
[1] 0.4804446
```

Están comunmente aceptados valores entre 0.15 y 0.5.

Average item-total correlation

Average item-total correlation

La medida de correlación media ítem-total surge ante el problema de construir una **única cantidad útil para cada individuo** que permita comparar ese individuo con el resto de la población.

- 1 Calcular la puntuación total para cada individuo (media de sus respuestas).
- 2 Hallar la correlación de los ítems pero centrándonos en las puntuaciones totales.
- 3 Calcular la media de todas las correlaciones de las puntuaciones totales.

Average item-total correlation en R (1)

```
df$score <- rowMeans( df )  
head( df )
```

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	score
4	4	5	4	5	5	4	3	5	5	4.4
2	4	3	3	3	3	1	1	1	1	2.2
5	5	1	2	5	5	1	1	5	5	3.5
2	1	2	2	3	2	3	2	4	1	2.2
3	5	3	3	3	5	3	5	3	1	3.4
1	1	2	2	1	3	2	2	1	1	1.6

Average item-total correlation en R (2)

```
df %>% correlate() %>% focus( score )
```

rowname	score
E1	0.7520849
E2	0.7297506
E3	0.7350644
E4	0.7485092
E5	0.7945943
E6	0.6367799
E7	0.7768180
E8	0.6640914
E9	0.7273987
E10	0.7306038

Average item-total correlation en R (3)

Para obtener la correlación media entre el total de los ítems basta con calcular la media de los valores de la tabla anterior:

```
mean( item_total$score )
```

```
[1] 0.7295695
```

Split-Half Reliability

Split-Half Reliability

- **Dividimos** aleatoriamente en **dos conjuntos** todos los elementos del cuestionario que miden el mismo constructo
- **Aplicamos todo el instrumento** a una muestra de personas
- Calculamos la puntuación total de cada conjunto
- La fiabilidad es simplemente la correlación entre las puntuaciones totales de cada mitad

Split-Half Reliability en R

```
# Calculamos los conjuntos aleatorios  
sel <- sample(1:10, 5)  
score_1 <- rowMeans( df[, sel] ) # conjunto 1  
score_2 <- rowMeans( df[, -sel] ) # conjunto 2  
  
# correlación entre los conjuntos  
r <- cor( score_1, score_2 ); r
```

```
[1] 0.8376206
```

Cronbach's alpha

Cronbach's alpha

- Imaginemos que calculamos una vez la *fiabilidad de dos mitades* y luego dividimos aleatoriamente los ítems en otro conjunto de mitades divididas y recalculamos la fiabilidad.
- Seguimos haciendo esto hasta que hayamos calculado todos los posibles estimaciones de fiabilidad por este método
- Si calculamos la media de todas estas medidas, su valor es matemáticamente equivalente al **coeficiente Cronbach**.

Cronbach's alpha en R (1)

Utilizaremos la función `alpha()` el paquete `psych`.

```
psych::alpha( df )$total$std.alpha
```

```
[1] 0.9242082
```

Cronbach's alpha en R (2)

Además del valor del Alfa de Cronbach nos devuelve una serie de tablas muy interesantes:

- Una tabla con los principales estadísticos
- Una tabla de frecuencias y valores perdidos
- Una tabla de fiabilidad cuando eliminamos un ítem.

Cronbach's alpha en R (3)

```
psych::alpha( df )$alpha.drop
```

Tabla 5: Fiabilidad al eliminar un ítem

	raw_alpha	std.alpha	G6(smc)	average_r	S/N	alpha se
E1	0.9123	0.9174	0.9648	0.5262	11.11	0.005882
E2	0.9137	0.9185	0.9641	0.5298	11.27	0.005764
E3	0.9132	0.9182	0.9647	0.5289	11.23	0.005823
E4	0.9124	0.9174	0.9654	0.5261	11.1	0.005862

Composite reliability

Composite reliability (1)

- Esta medida se basa en las cargas de los factores de un análisis factorial confirmatorio (AFC).
- Definimos el factor **extraversión** y usaremos las cargas del AFC para estimar la consistencia interna.

```
library( lavaan )  
model <- " extraversion =~ E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6 + E7 + E8 + E9 + E10"  
fit <- cfa( modelo, data = df)
```

Composite reliability (2)

Utilizaremos las cargas factoriales estandarizadas:

```
sl <- standardizedSolution( fit )  
sl <- sl$est.std[ sl$op == "=~" ]
```

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
0.7267	0.6903	0.7155	0.7119	0.7841	0.5792	0.7589	0.5963	0.6726	0.694

Composite reliability (3)

```
# Calculamos la varianza residual para cada ítem
```

```
re <- 1 - sl^2
```

```
# Calculamos la fiabilidad compuesta
```

```
sum( sl )^2 / ( sum( sl )^2 + sum( re ) )
```

```
[1] 0.9029523
```


Validez y fiabilidad

- La **validez** se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir.
 - **De contenido:** si constituye una muestra adecuada y representativa de los contenidos de la dimensión a evaluar.
 - **De criterio:** comparación entre nuestra situación de medida y un estándar al que se le llama criterio.
 - **De constructo:** se refiere al grado en que un instrumento representa y mide un concepto o dimensión teórica.

Gráficos de correlación

Matriz de correlación

```
airquality %>% correlate() %>% fashion()
```

rowname	Ozone	Solar.R	Wind	Temp	Month	Day
Ozone		.35	-.60	.70	.16	-.01
Solar.R	.35		-.06	.28	-.08	-.15
Wind	-.60	-.06		-.46	-.18	.03
Temp	.70	.28	-.46		.42	-.13
Month	.16	-.08	-.18	.42		-.01
Day	-.01	-.15	.03	-.13	-.01	

Función `network_plot()`

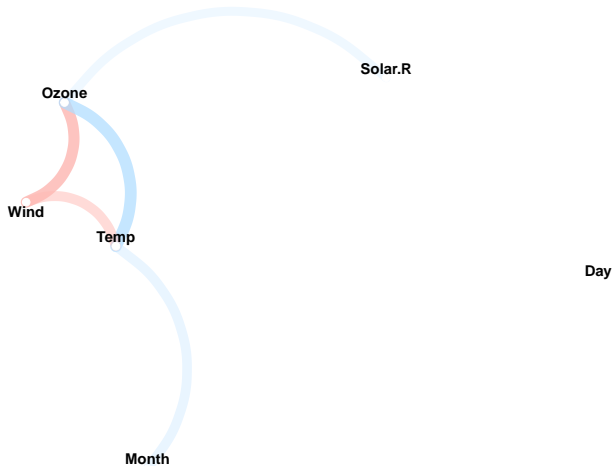
`network_plot()`

Utilizaremos la función `network_plot()` del paquete `corr`

```
library( corr )
```

```
airquality %>%  
  correlate() %>%  
  network_plot( )
```

`network_plot()`

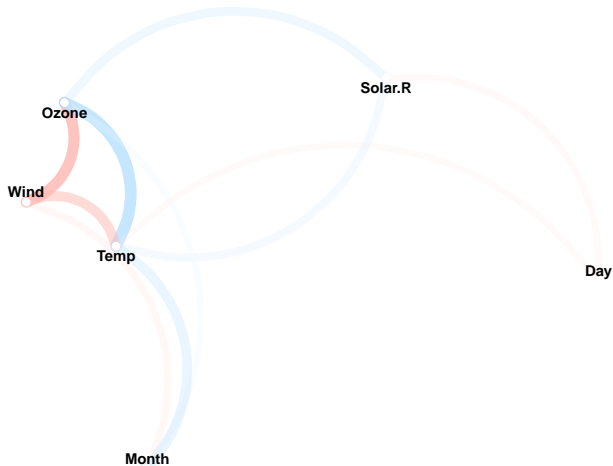


Argumento `min_cor`

- Podemos observar que no aparecen todas las correlaciones en el gráfico.
- Esto se debe al argumento `min_cor` que por defecto toma valor 0.3.

```
airquality %>%  
  correlate() %>%  
  network_plot( min_cor = .1 )
```

Argumento `min_cor`



Función `corrplot()`

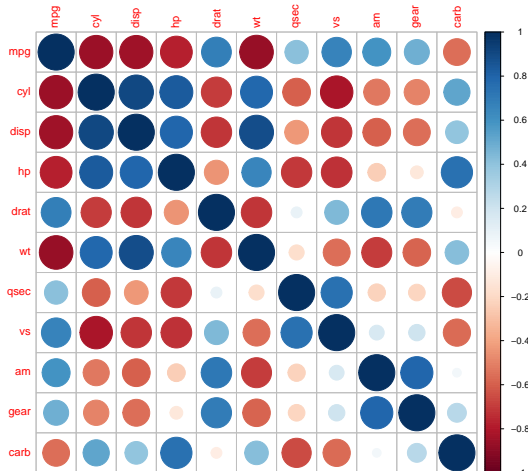
`corrplot()`

Utilizaremos la función `corrplot()` del paquete `corrplot`

```
library( corrplot )
```

```
co <- cor( mtcars )  
corrplot( co )
```

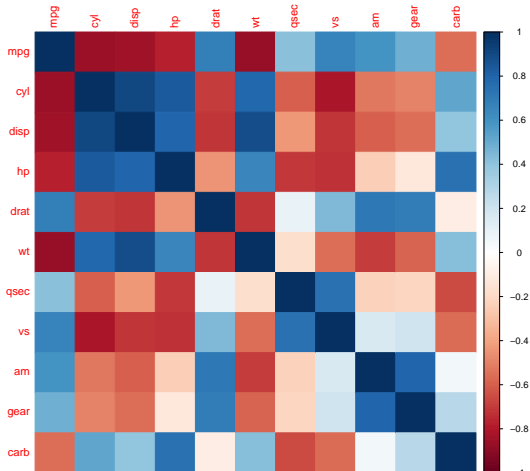
corrplot()



`corrplot()` de color

```
corrplot( co, method="color")
```

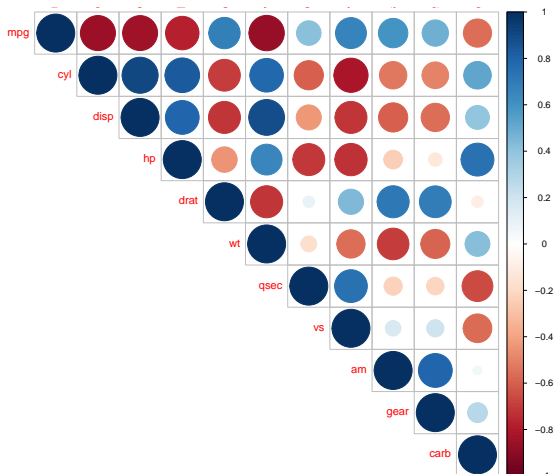
`corrplot()` de color



`corrplot()` superior

```
corrplot( co, type = "upper" )
```

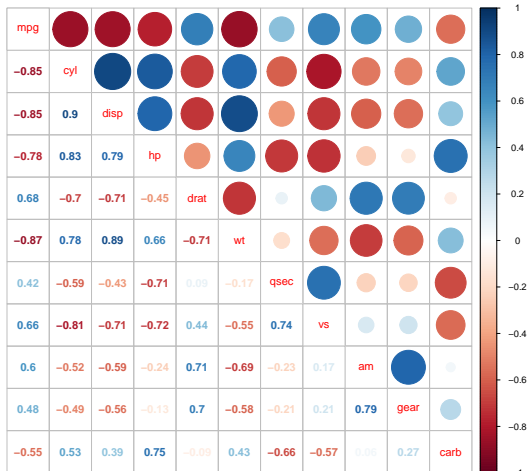
`corrplot()` superior



`corrplot()` mixto

```
corrplot.mixed( co )
```


`corrplot()` `corrplot.mixed(M)`

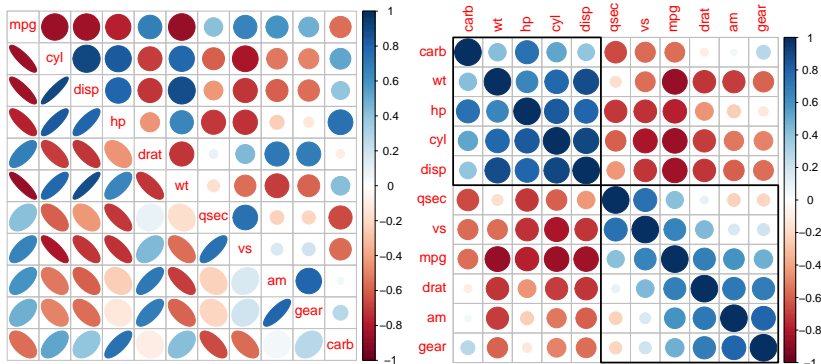


Más opciones de `corrplot()`

Podéis encontrar muchas más opciones en la **viñeta del paquete**

```
corrplot.mixed( co, lower="ellipse", upper="circle")  
corrplot( co, order="hclust", addrect=2)
```

Más opciones de `corrplot()`



Muchas gracias

Consistencia interna de cuestionarios

Sección de Apoyo Estadístico (SAI)², Universidad de Murcia

Elvira Ferre Jaén (elvira@um.es)

Edificio SACE, 14 de octubre de 2016

²<http://sae.saiblogs.inf.um.es/>