

Bifactor

Un paquete para el análisis factorial exploratorio de estructuras
jerárquicas

Marcos Jiménez

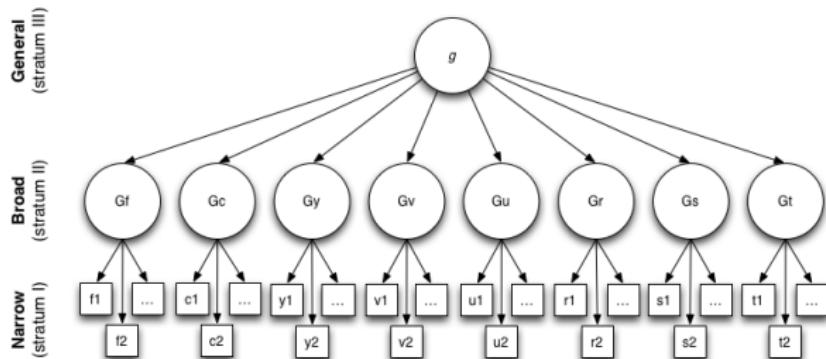
Universidad Autónoma de Madrid



Estructuras jerárquicas en datos psicológicos

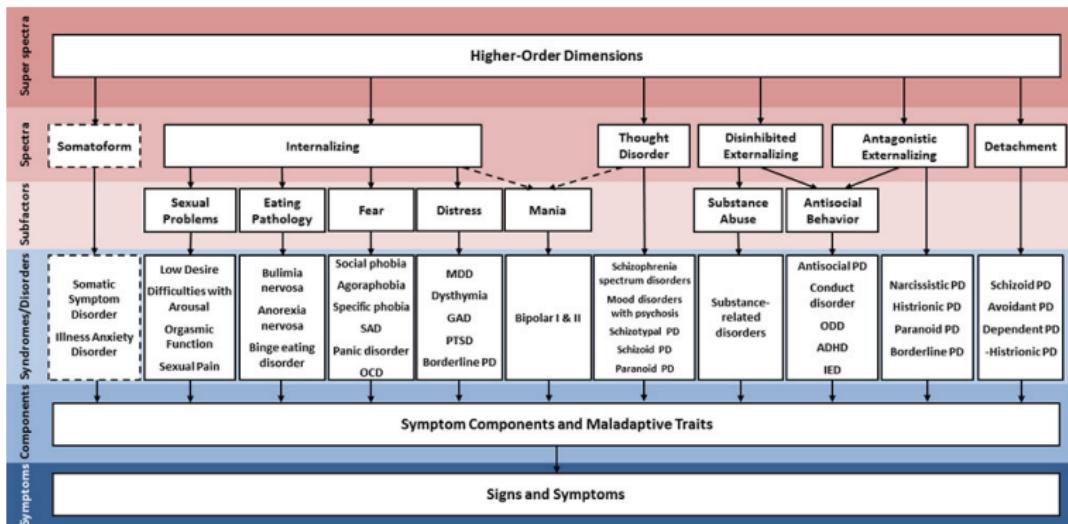
- Los datos presentan diferentes niveles de organización.
- Suelen aparecer al analizar grandes cantidades de ítems.
- Son ubicuas en diferencias individuales: inteligencia, psicopatología, personalidad, etc.

Modelo de los tres estratos de la inteligencia (Carroll, 1993).

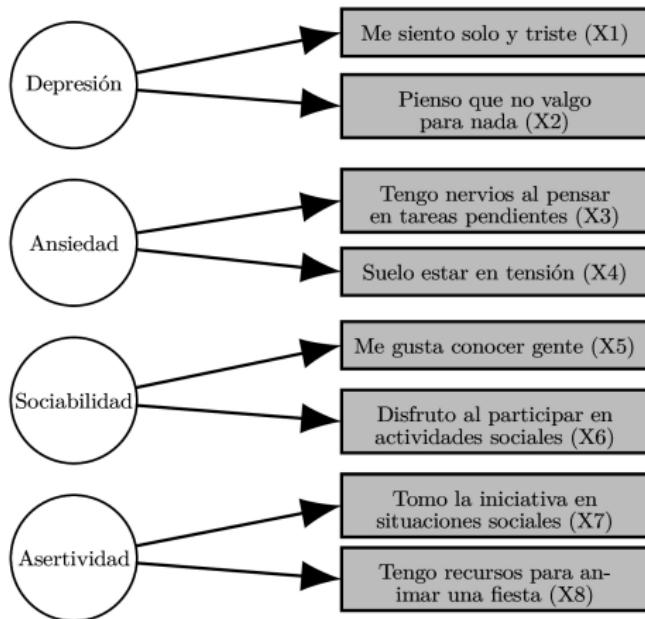


Estructuras jerárquicas en datos psicológicos

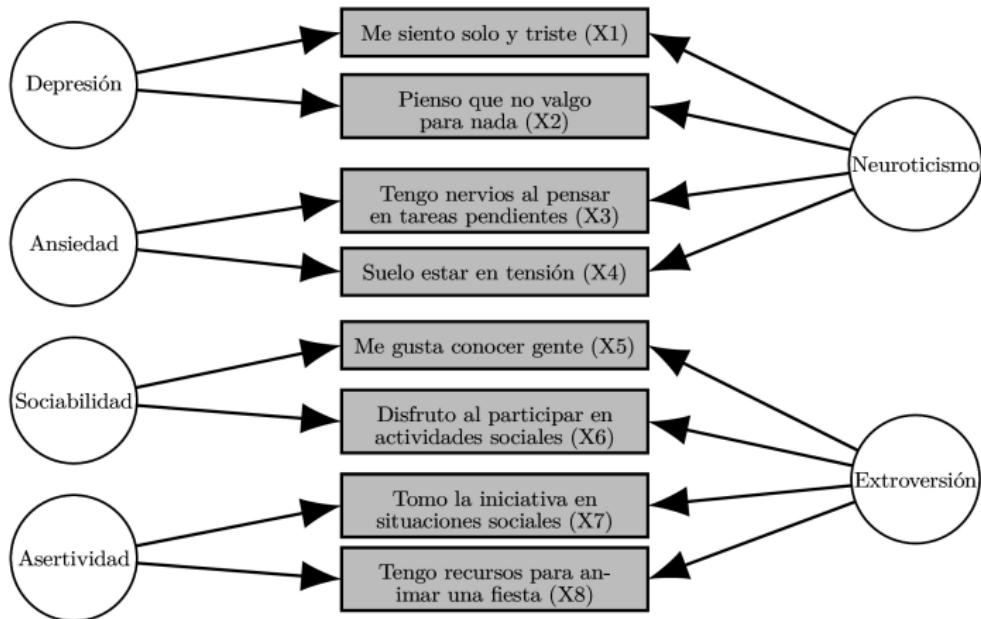
Modelo HiTOP en psicopatología (Kotov et al., 2017)



Un ejemplo de personalidad



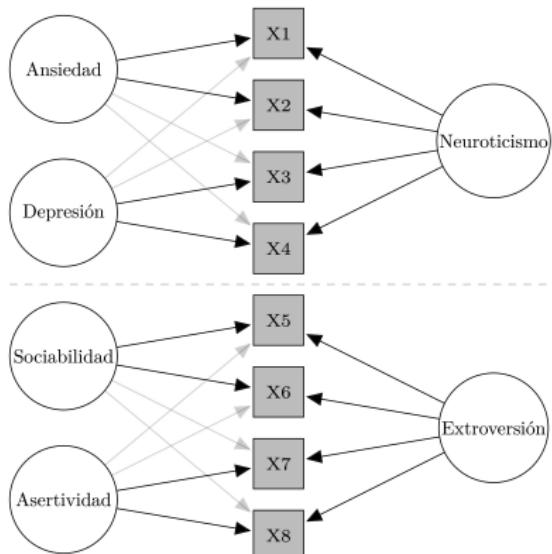
Un ejemplo de personalidad



Formas de analizar datos jerárquicos

El modelo bi-factor exploratorio:

- Cada ítem indica uno o varios factores específicos y un solo factor general.
- Se aplica a cada dominio por separado (p.ej., primero a Neuroticismo y luego a Extroversión).

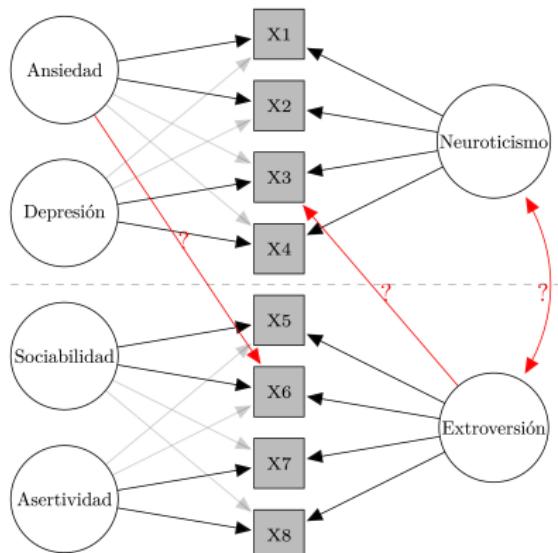


	Neur	Ans	Depr
X1	Yellow	Yellow	Grey
X2	Yellow	Yellow	Grey
X3	Yellow	Grey	Yellow
X4	Yellow	Grey	Yellow

	Extr	Soc	Aser
X5	Yellow	Yellow	Grey
X6	Yellow	Yellow	Grey
X7	Yellow	Grey	Yellow
X8	Yellow	Grey	Yellow

Modelo bi-factor exploratorio

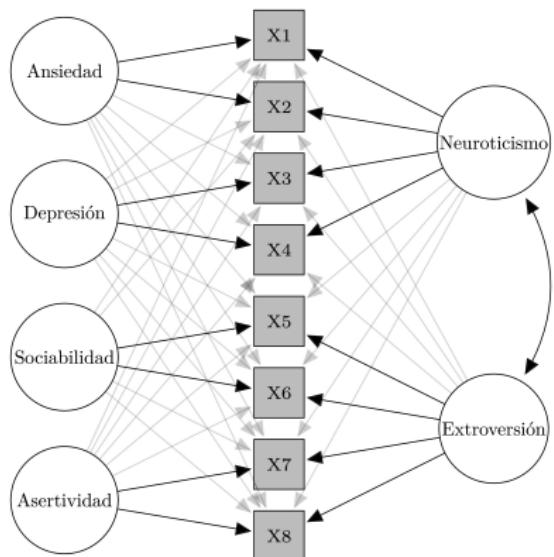
- [X] Estima la correlación entre factores generales.
- [X] Los ítems de un dominio pueden indicar factores de otro dominio.



	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1	Yellow	Red	Yellow	Grey	Red	Red
X2	Yellow	Red			Red	Red
X3		Grey		Yellow	Red	Red
X4	Yellow	Red		Yellow	Red	Red
X5	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Grey
X6	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Grey
X7	Red	Yellow	Red	Grey		Yellow
X8	Red	Yellow	Red	Red	Grey	Yellow

Modelo bi-factor exploratorio con múltiples factores generales

- [✓] Estima la correlación entre factores generales.
- [✓] Los ítems de un dominio pueden indicar factores de otro dominio.



	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1	Yellow					
X2	Yellow					
X3	Yellow					
X4	Yellow					
X5		Yellow				
X6		Yellow				
X7						Yellow
X8						Yellow

Estimación con rotación target parcialmente oblicua

	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X2	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
X3	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey
X4	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
X5	Grey	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey
X6	Grey	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey
X7	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow
X8	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow

Estructura teórica de pesos

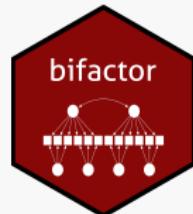
	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
Neur	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Extr	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Ans	Grey	Grey	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Depr	Grey	Grey	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Soc	Grey	Grey	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Aser	Grey	Grey	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Estructura teórica de correlaciones

```

efast(Sigma, nfactors = 6, method = "minres",
      rotation = "target", Target = Target,
      projection = "oblique", oblique_blocks = c(2, 4))

rotate(Lambda, rotation = "target", Target = Target,
      projection = "oblique", oblique_blocks = c(2, 4))
    
```



Estimación con rotación target iterativa

	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X2	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
X3	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey
X4	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey
X5	Grey	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey
X6	Yellow	Grey	Grey	Grey	Yellow	Grey
X7	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow
X8	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow

Estructura teórica



	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X2	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X3	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X4	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X5	Grey	Grey	Yellow	Grey	Yellow	Grey
X6	Yellow	Yellow	Grey	Yellow	Yellow	Grey
X7	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey	Yellow
X8	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow

Estructura redefinida

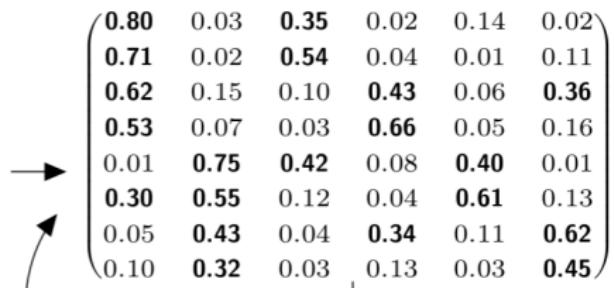
Estimación con rotación target iterativa

	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X2	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
X3	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey
X4	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
X5	Grey	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey
X6	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey	Yellow
X7	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow
X8	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow	Yellow

Estructura teórica

Problema: sesgo de confirmación
(Moore et al., 2015).

Solución: partir de una matriz target estimada (Jiménez et al., 2022).



	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X2	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey
X3	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey
X4	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
X5	Grey	Grey	Grey	Yellow	Yellow	Grey
X6	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Yellow	Grey
X7	Grey	Grey	Grey	Yellow	Grey	Yellow
X8	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow	Yellow

Estructura redefinida

Estimación con GSLiD

- [✓] En lugar de una estructura teórica, **se parte de una estructura estimada empíricamente.**
- [✓] **GSLiD es robusto y recupera bien los parámetros** del modelo bi-factor con múltiples factores generales (Jiménez et al., 2022).

```
:
bifactor(Sigma, n_generals = 2, n_groups = 4,
          method = "minres", bifactor_method = "GSLiD",
          projection = "polblq", oblq_blocks = c(2, 4))
:
```



- [✗] El algoritmo es complejo.
- [✗] Puede requerir un gran número de iteraciones para converger.

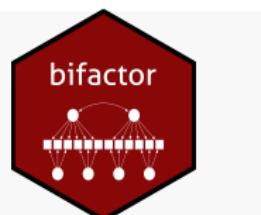
Estimación con botmin

- 1) Se crea, empíricamente, una matriz target para las facetas.
- 2) Se aplica el criterio target para las facetas y el criterio oblimin para los factores generales.

Oblimin Target

	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1						
X2						
X3						
X4						
X5						
X6						
X7						
X8						

```
bifactor(Sigma, n_generals = 2, n_groups = 4,
         method = "minres", bifactor_method = "botmin",
         projection = "polblk", oblq_blocks = c(2, 4))
```



Estimación con botmin

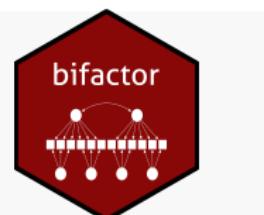
- 1) Se crea, empíricamente, una matriz target para las facetas.
- 2) Se aplica el criterio target para las facetas y el criterio oblimin para los factores generales.

	Oblimin	Target				
	Neur	Extr	Ans	Depr	Soc	Aser
X1						
X2						
X3						
X4						
X5						
X6						
X7						
X8						

[✓] Eficiencia computacional.

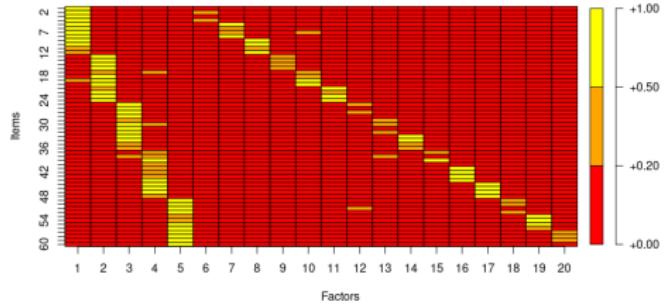
[✓] Ligeramente superior a GSLiD en cuanto a estimación de parámetros.

```
bifactor(Sigma, n_generals = 2, n_groups = 4,
          method = "minres", bifactor_method = "botmin",
          projection = "poblq", oblq_blocks = c(2, 4))
```

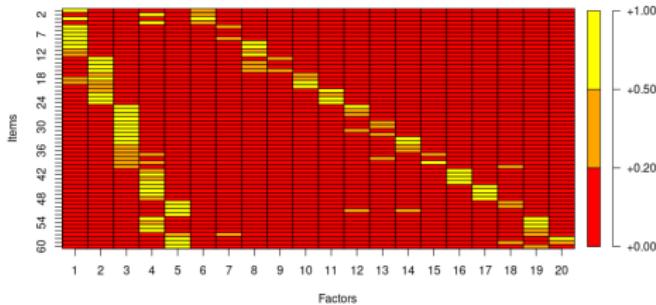


Ejemplo de psicopatología (PID-5; versión reducida)

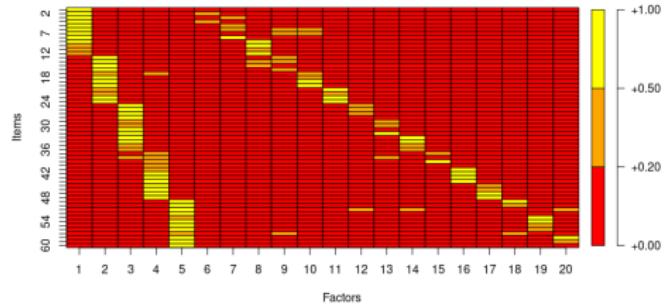
Rotación target según la estructura del PID5



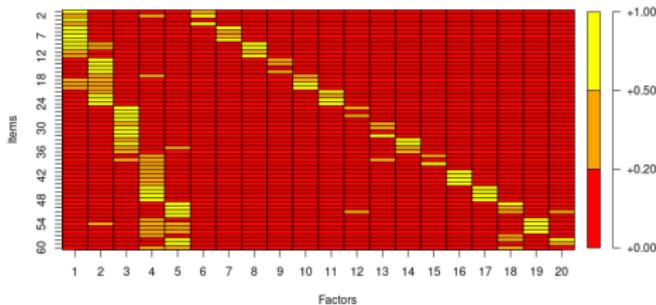
GSLID



Rotación target iterativa con la estructura del PID5 de inicio



BOTMIN



Otras funcionalidades de bifactor

- [✓] Simulación de estructuras (bi)factoriales controlando la cantidad de desajuste y preservando los parámetros del modelo.

```
sim <- sim_factor(n_generals = 3, groups_per_general = 5,
                    items_per_group = 5, crossloadings = 0.2,
                    generals_rho = 0.3, groups_rho = 0,
                    fit = "rmsea", misfit = 0.045,
                    confirmatory = TRUE, method = "ml")
```



```
## [1] 0.045
```

Resumen

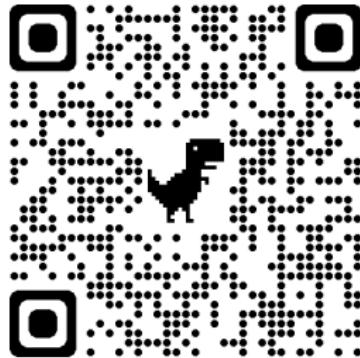
- [X] Hasta ahora, nadie había podido estimar un modelo bi-factor con múltiples factores generales.
- [✓] Con el nuevo tipo de **rotaciones parcialmente oblicuas**, se pueden usar matrices target para estimar estos modelos (target teórica, iterativa o **GSLiD**).
- [✓] El paquete **bifactor** permite combinar arbitrariamente diferentes criterios de rotación (**botmin**).
- [✓] Rotaciones parcialmente oblicuas + combinaciones de criterios = **nuevos métodos analíticos de rotación bi-factor**.
- [✓] **Simulación** de estructuras (bi)factoriales **controlando la cantidad de desajuste y preservando los parámetros** del modelo.

¡Gracias!

Contacto: marcosjnezhquez@gmail.com

GitHub: <https://github.com/Marcosjnez/bifactor>

Twitter: [@skeptpsych](https://twitter.com/@skeptpsych)



Referencias

- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571312>
- Jimenez, M., Abad, F. J., Garcia-Garzon, E., & Garrido, L. E. (2021). *Exploratory bi-factor analysis with multiple general factors*. <https://osf.io/7aszj/>
- Jimenez, M., Abad, F. J., Garcia-Garzon, E., Garrido, L. E., & Franco, V. R. (2022). *Bifactor: Exploratory factor and bi-factor modeling with multiple general fators* [Manual]. <https://github.com/Marcosjnez/bifactor>
- Kotov, R., Krueger, R. F., Watson, D., Achenbach, T. M., Althoff, R. R., Bagby, R. M., Brown, T. A., Carpenter, W. T., Caspi, A., Clark, L. A., Eaton, N. R., Forbes, M. K., Forbush, K. T., Goldberg, D., Hasin, D., Hyman, S. E., Ivanova, M. Y., Lynam, D. R., Markon, K., ... Zimmerman, M. (2017). The Hierarchical Taxonomy of Psychopathology (HiTOP): A dimensional alternative to traditional nosologies. *Journal of Abnormal Psychology*, 126(4), 454–477. <https://doi.org/10.1037/abn0000258>
- Moore, T. M., Reise, S. P., Depaoli, S., & Haviland, M. G. (2015). Iteration of partially specified target matrices: Applications in exploratory and bayesian confirmatory factor analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 50(2), 149–161. <https://doi.org/10.1080/00273171.2014.973990>