

Clase 6 y 7: Estimación de confiabilidad a partir de modelos de SEM

Dr. Héctor Nájera
PUED-UNAM

Confiabilidad y modelos de medición

- Corresponde a **cualquier** ejercicio empírico de medición hablar de modelos de medición y confiabilidad, no solo a los modelos de ecuaciones estructurales.
- “An essential condition that all measuring apparatuses must satisfy.” Regnault (1847, 164)
 - Si un instrumento ha de darnos la lectura correcta, debe al menos darnos siempre la misma lectura bajo las mismas circunstancias; de la misma manera, si un cierto tipo de instrumento ha de ser tenido por bueno, todos los instrumentos del tipo deberían concordar entre ellos en sus lecturas.

RELATION
DES EXPÉRIENCES
ENTREPRISES PAR ORDRE
DE MONSIEUR LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS,
ET SUR LA PROPOSITION
DE LA COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR,
POUR DÉTERMINER
LES PRINCIPALES LOIS ET LES DONNÉES NUMÉRIQUES
QUI ENTRENT DANS LE CALCUL
DES MACHINES A VAPEUR.
PAR M. V. REGNAULT,
INGÉNIEUR AU CORPS ROYAL DES MINES, MEMBRE DE L'ACADEMIE DES SCIENCES.



Confiabilidad y modelos de medición

- Corresponde a **cualquier ejercicio** empírico de medición hablar de modelos de medición y confiabilidad, no solo a los modelos de ecuaciones estructurales.
- “The fundamental question in reliability is to what extent do scores measured at one time and one place with one instrument predict scores at another time and/or another place and perhaps measured with a different instrument?” Ravelle y Condon (2018b)

Reliability from α to ω : A Tutorial

William Revelle and David Condon
Northwestern University

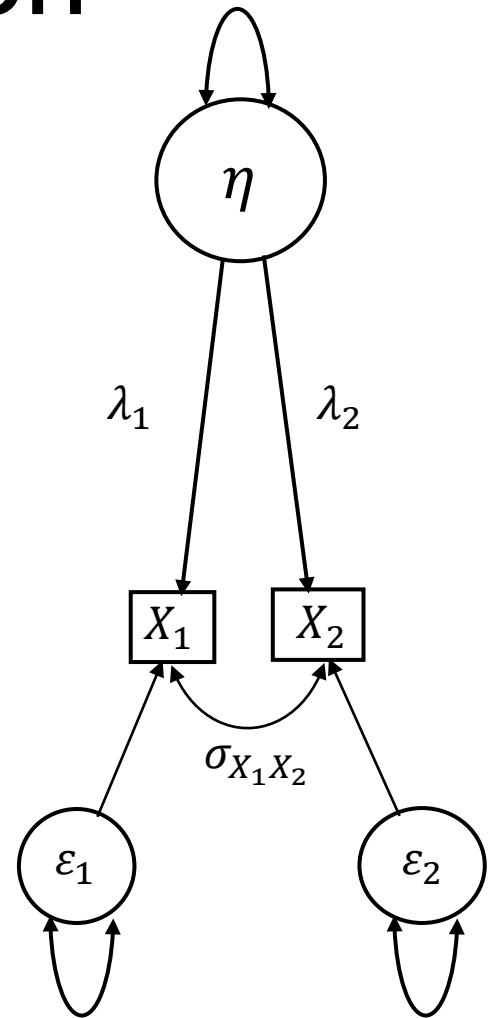
Abstract

Reliability is a fundamental problem for measurement in all of science. Although defined in multiple ways, and estimated in even more ways, the basic concepts are straight forward and need to be understood by methodologists as well as practitioners. Reliability theory is not just for the psychometrician estimating latent variables, it is for everyone who wants to make inferences from measures of individuals or of groups. Easy to use, open source software is applied to examples of real data, and comparisons are made between the many types of reliability.



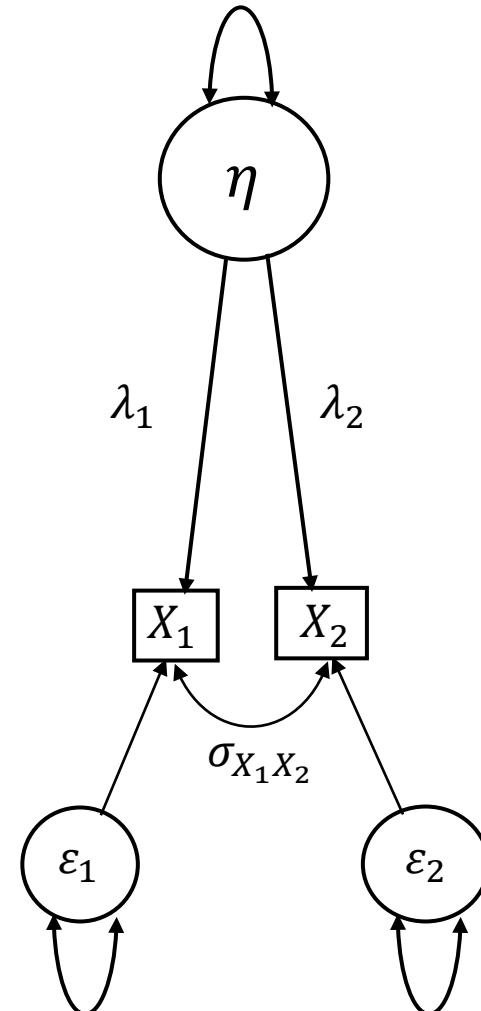
Confiabilidad y modelos de medición

- Hemos visto que todas las mediciones deben de tener un modelo (Teoría y modelo estadístico)
- Tres modelos (reflexivos) estadísticos útiles:
 - Test paralelos
 - Equivalencia Tau
 - Modelos congéneres y variantes multidimensionales

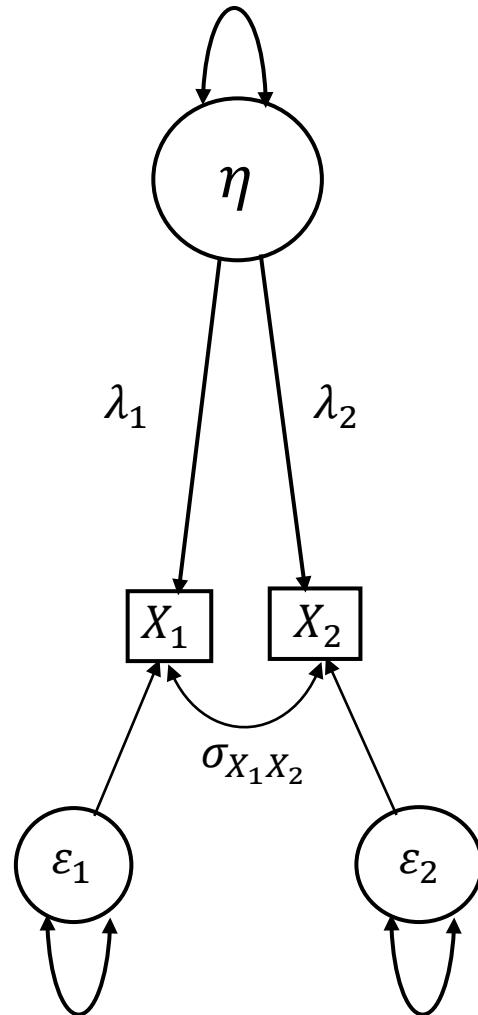


Modelos de medición razonables y testables

- Si mi modelo es una mala aproximación de la realidad - mundo observable- ya ni siquiera vale la pena estimar confiabilidad
- Desafortunadamente el modelo estándar de la teoría clásica del test durante mucho tiempo **no era testeable**



SEM: Modelos de medición testeables



SEM permitió la estimación de los tres modelos estadísticos de la teoría de la medición de variables latentes

Para ello se valió de un **método** en particular: **Análisis factorial**

- ¿Se sostiene el modelo de medición dados los datos - si puedo reproducir el mecanismo generador de datos-?
- ¿Los indicadores capturan la señal de interés? ¿En qué cantidad?

Your Coefficient Alpha Is Probably Wrong, but Which Coefficient Omega Is Right? A Tutorial on Using R to Obtain Better Reliability Estimates

David B. Flora   [View all authors and affiliations](#)

All Articles | <https://doi.org/10.1177/2515245920951747>

Contents |  PDF/EPUB  Cite  Share options  Information, rights and permissions  Metrics and citations  Figu

Abstract

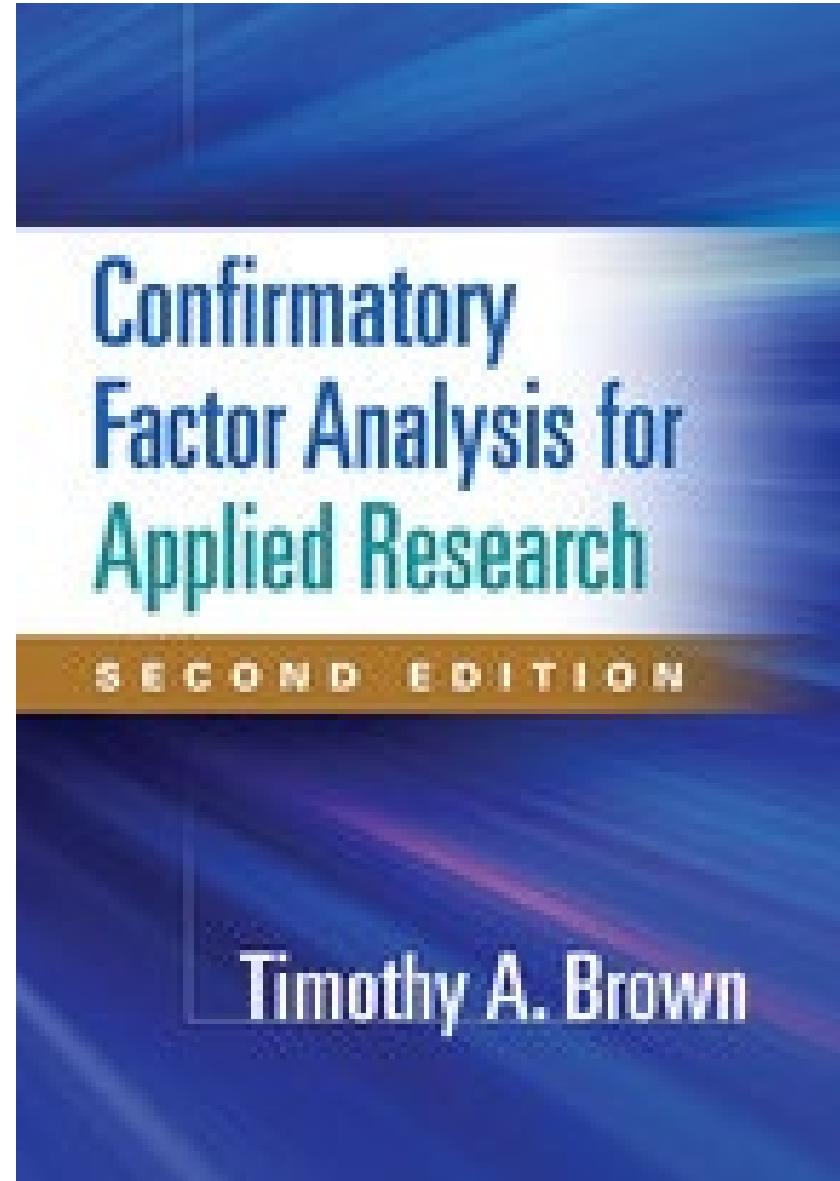
Measurement quality has recently been highlighted as an important concern for advancing a cumulative psychological science. An implication is that researchers should move beyond mechanistically reporting coefficient alpha toward more carefully assessing the internal structure and reliability of multi-item scales. Yet a researcher may be discouraged upon discovering that a prominent alternative to alpha, namely, *coefficient omega*, can be calculated in a variety of ways. In this Tutorial, I alleviate this potential confusion by describing alternative forms of omega and providing guidelines for choosing an appropriate omega estimate pertaining to the measurement of a target construct represented with a confirmatory factor analysis model. Several applied examples demonstrate how to compute different forms of omega in R.

Similar articles:

-  Open Access
[The Impact of Misspecified Estimates of](#)

Show Detail:

 Available soon



Cálculo de confiabilidad condicional en modelos

El cálculo de los estimadores de confiabilidad con SEM es condicional en el modelo a partir del cuál se realizan los cálculos

Dado que los parámetros de un modelo de SEM se usan para calcular dichos estimadores, más nos vales partir de un modelo “aceptable” ¿En términos de qué?



Análisis factorial como punto de partida

El análisis factorial es un método o caso especial de SEM

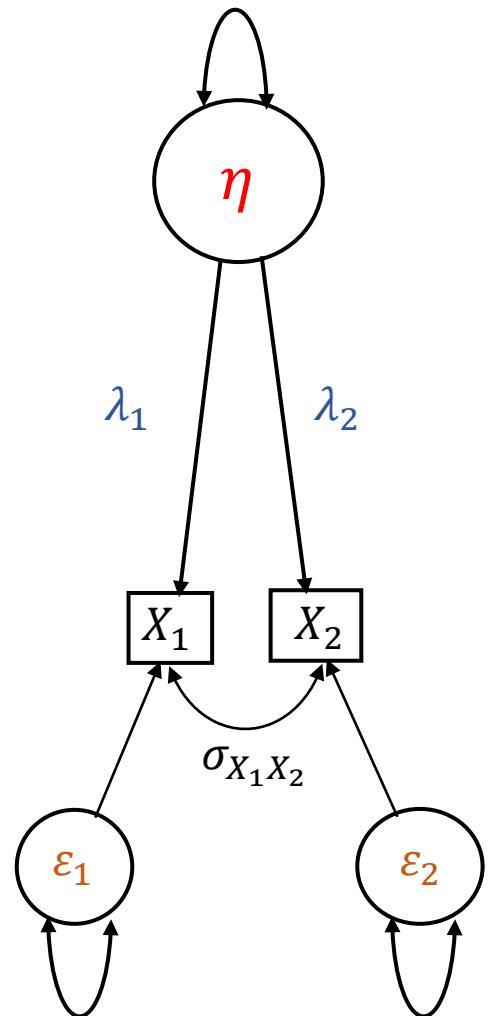
Es un método general de inferencia de varios tipos (populares) de modelos de medición: inferir de los datos si los indicadores x_i son producto de un factor latente η

Ecuación estructural
de medición general.

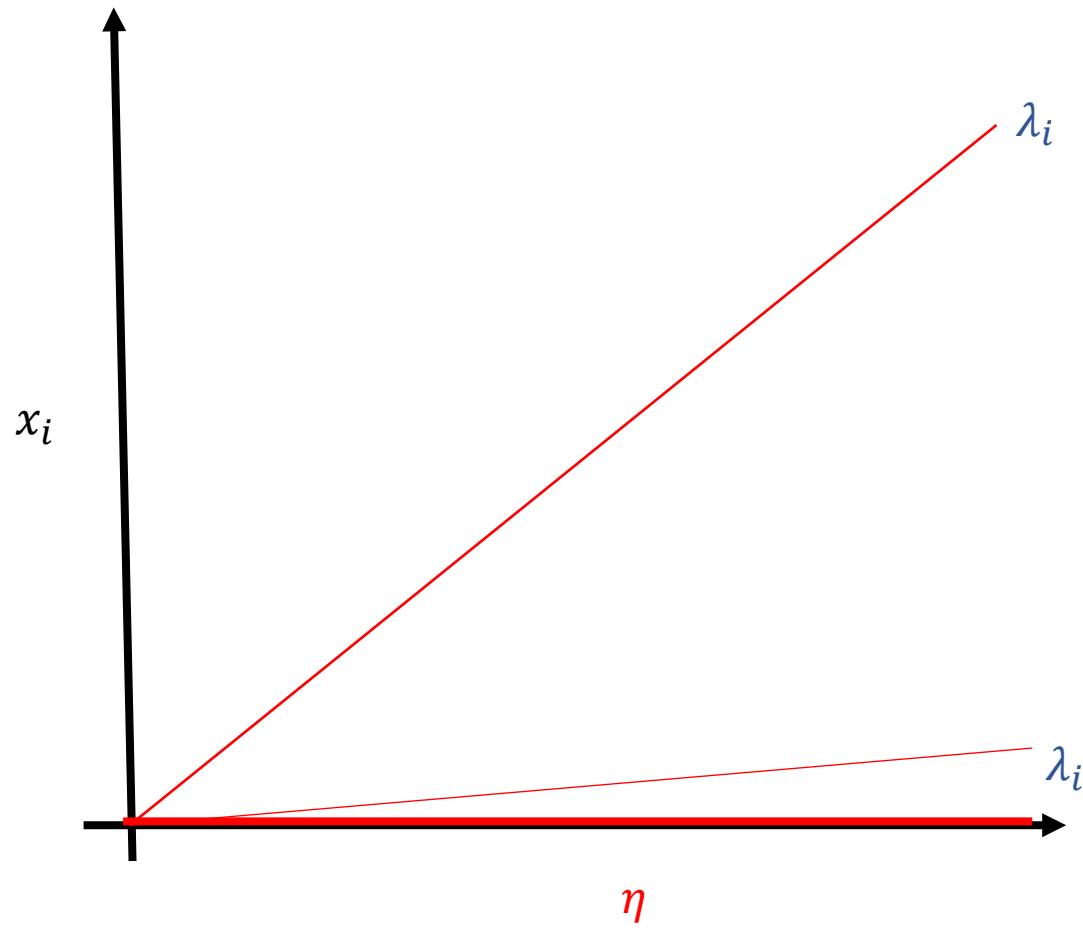


$$x_i = \lambda_i \eta + \varepsilon_i$$

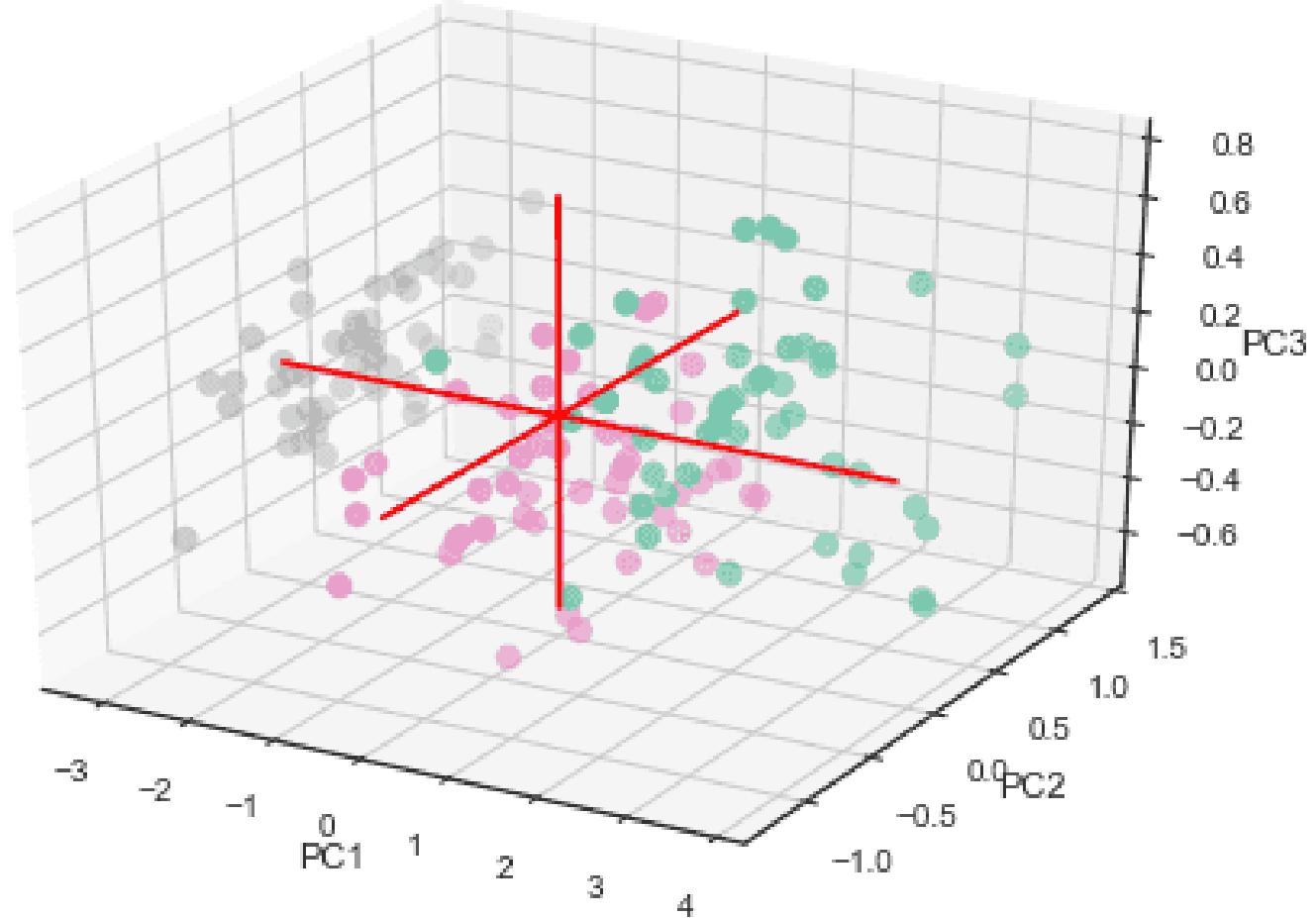
En este caso λ_i se conocen como cargas factoriales (*factor loadings*) y capturan la relación entre las variables latentes (η) y los indicadores observados, y entre las dimensiones y el factor de mayor orden.



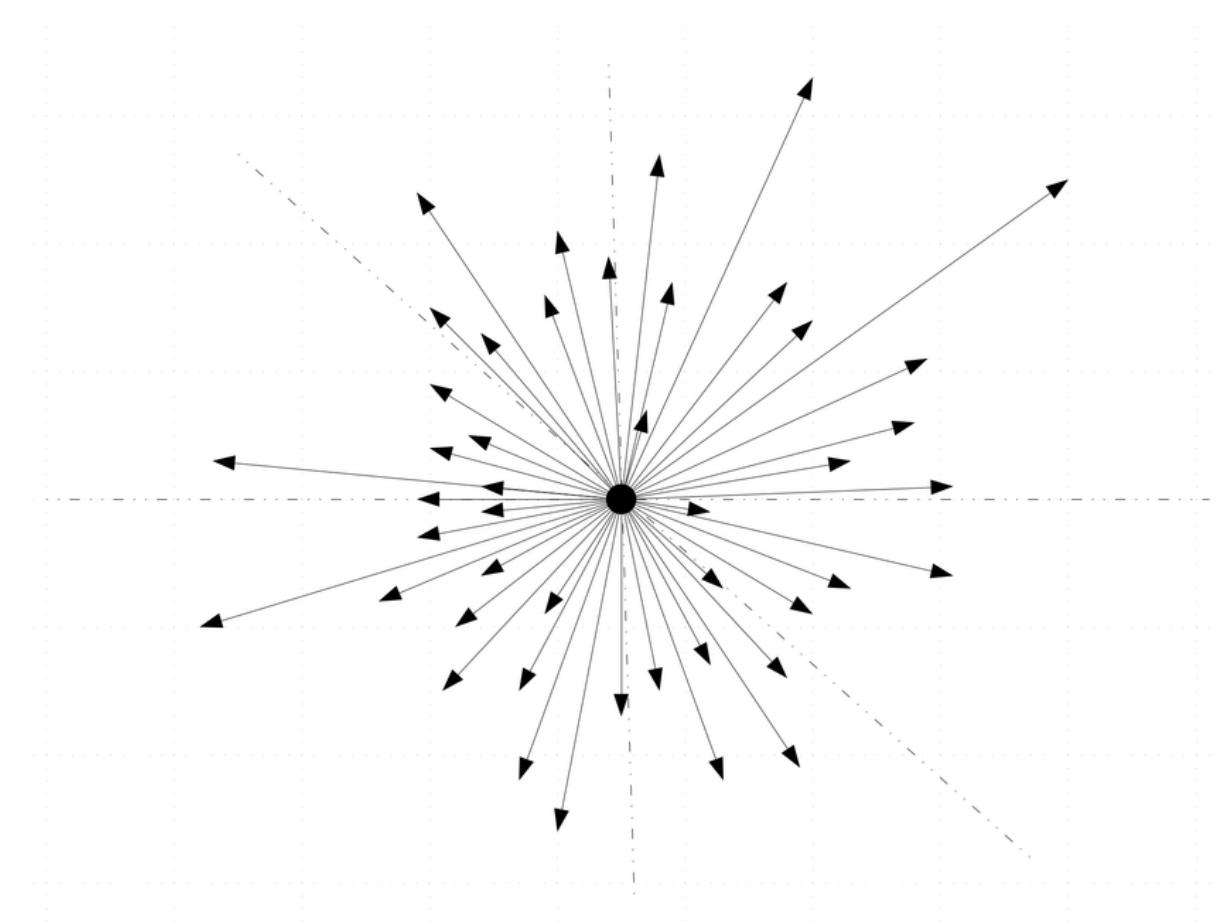
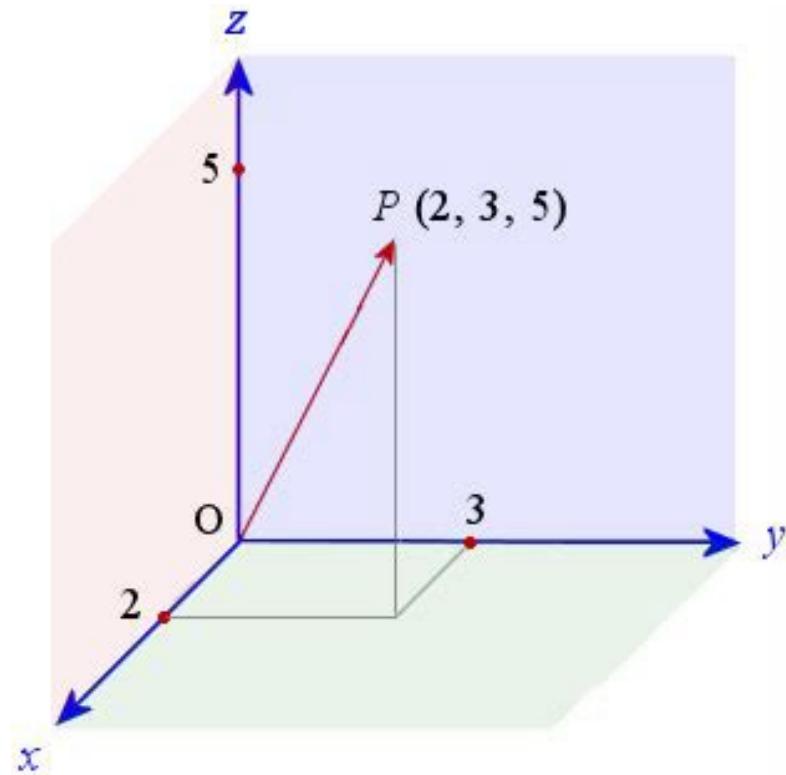
$$x_i = \lambda_i \eta + \varepsilon_i$$



PCA on the iris data set



$$x_i = \lambda_i \eta + \varepsilon_i$$



Dos caminos en el análisis factorial

Análisis factorial **confirmatorio**: Examinar si mi modelo explícito reproduce las relaciones observadas



Modelo explícito de medición

Análisis factorial **exploratorio**: Inferir a partir de los datos si existe evidencia de que los indicadores disponibles capturan una misma señal -factor-



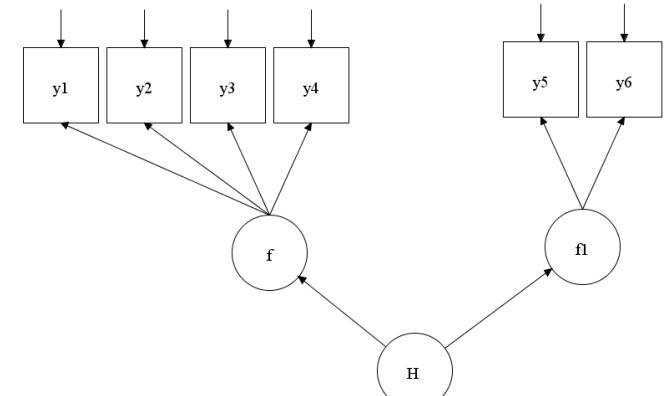
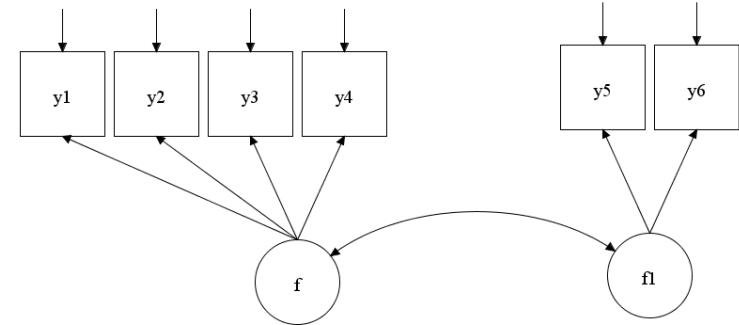
Sin modelo explícito de medición

¿Exploratorio y luego confirmatorio con los mismos datos?



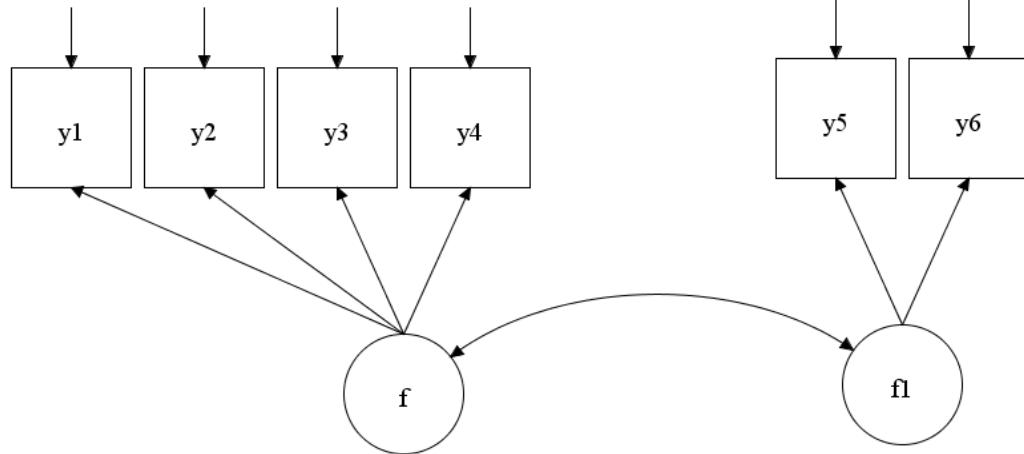
Pasos de la estimación de confiabilidad en el análisis confirmatorio (SEM)

1. Modelo de medición
2. Modelo estadístico
 1. Hipótesis pasadas a parámetros
3. Identificación estadística del modelo
4. Estimación
5. Inferencia
6. Cálculo de omega

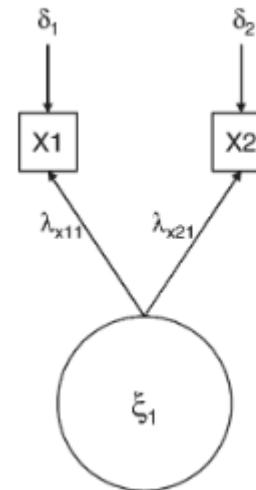


Identificación estadística del modelo

¿Cuántas variables observadas? ¿Cuántas incógnitas/parámetros?



Model A: Underidentified ($df = -1$)



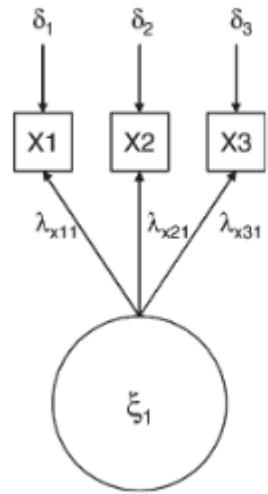
Input Matrix (3 elements)

| | X1 | X2 |
|----|---------------|---------------|
| X1 | σ_{11} | |
| X2 | σ_{21} | σ_{22} |

Freely Estimated Model Parameters = 4
(e.g., 2 factor loadings, 2 error variances)

Identificación estadística del modelo

Model B: Just-Identified ($df = 0$)

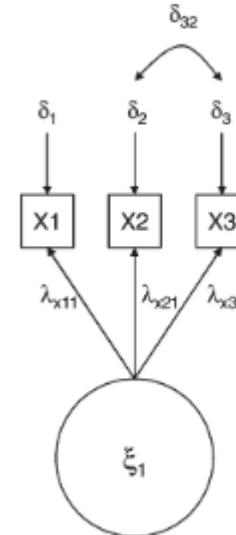


Input Matrix (6 elements)

| | X1 | X2 | X3 |
|----|---------------|---------------|---------------|
| X1 | σ_{11} | | |
| X2 | σ_{21} | σ_{22} | |
| X3 | σ_{31} | σ_{32} | σ_{33} |

Freely Estimated Model Parameters = 6
(e.g., 3 factor loadings, 3 error variances)

Model C: Underidentified ($df = -1$)



Input Matrix (6 elements)

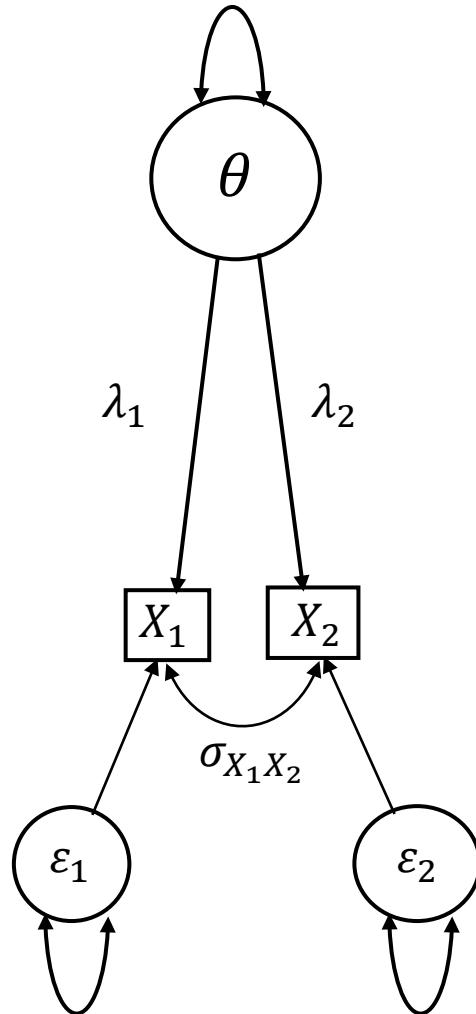
| | X1 | X2 | X3 |
|----|---------------|---------------|---------------|
| X1 | σ_{11} | | |
| X2 | σ_{21} | σ_{22} | |
| X3 | σ_{31} | σ_{32} | σ_{33} |

Freely Estimated Model Parameters = 7
(e.g., 3 factor loadings, 3 error variances, 1 error covariance)

Estimación del modelo

- ¿Qué algoritmo? Máxima Verosimilitud, **WLS -Mínimos cuadrados ponderados-** Bayes (MCMC)
- Depende del número de variables latentes y tamaño de muestra
 - Modelo sencillo: Todas variables continuas, grados positivos de libertad, no más de dos variables latentes y hasta 100,000. Máxima Verosimilitud
 - Modelo complejo: Variables categóricas o mixtas, grados positivos de libertad y más de dos variables latentes y hasta 100,000. WLS o Bayes
- Escritura del modelo: Siguiendo las reglas de ecuaciones estructurales

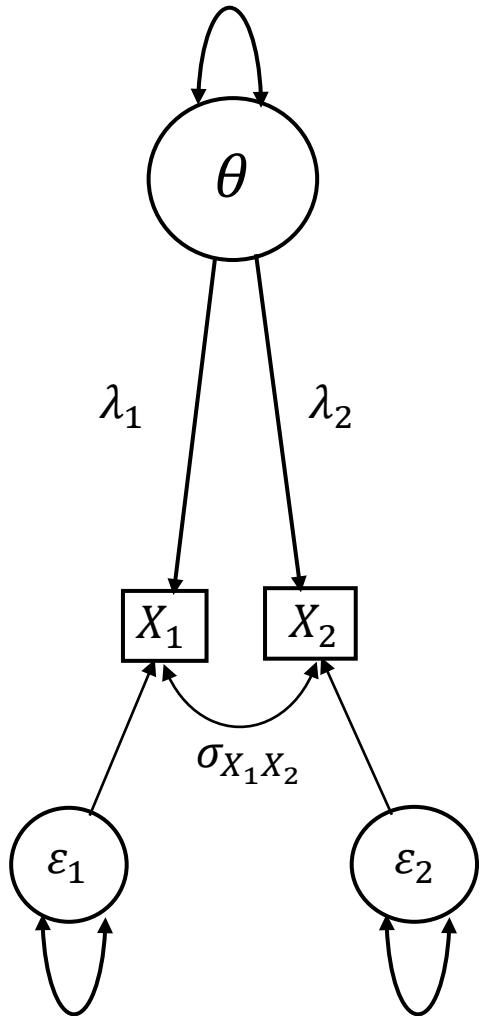
SEM: Modelos de medición testeables



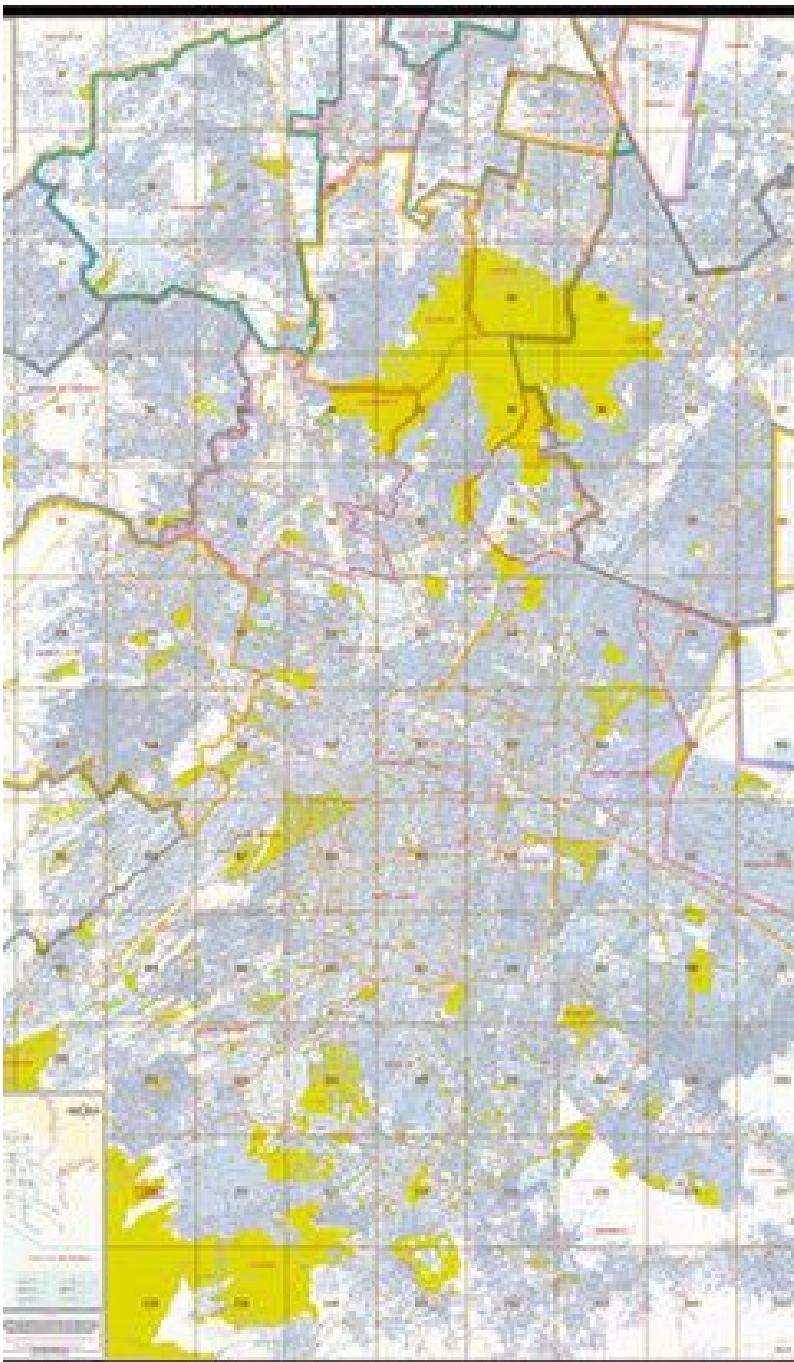
SEM permitió la estimación de los tres modelos estadísticos de la teoría de la medición de variables latentes

Para ellos se valió de un **método** en particular: **Análisis factorial**

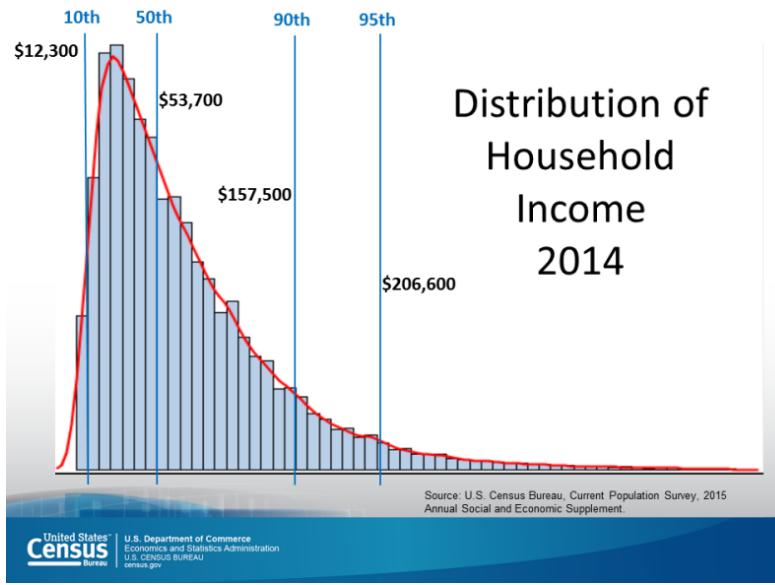
- ¿Se sostiene el modelo de medición dados los datos -si puedo reproducir el mecanismo generador de datos-?
- ¿Los indicadores capturan la señal de interés? ¿En qué cantidad?



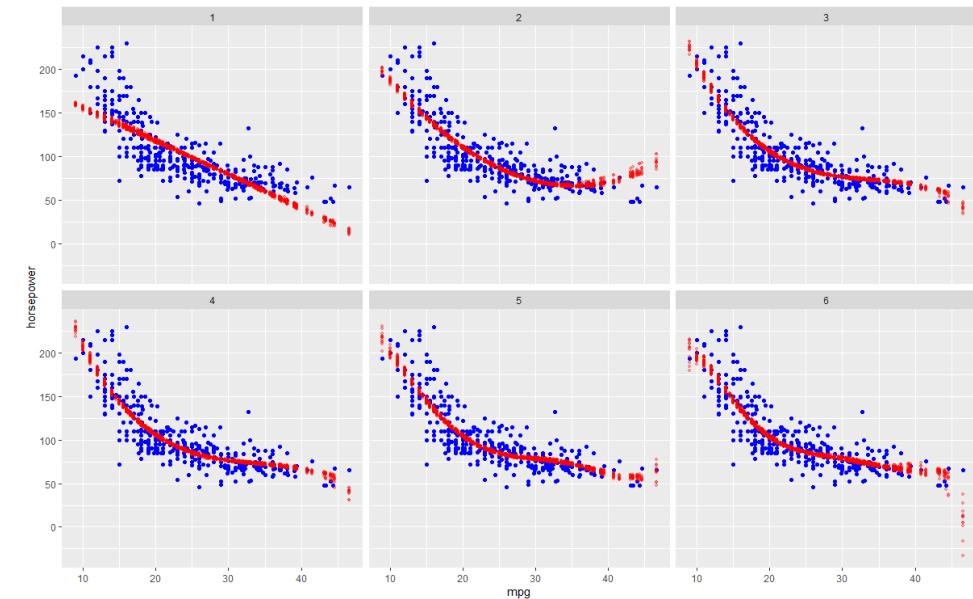
¿Se sostiene el modelo de medición dados los datos?



¿Se sostiene el modelo de medición dados los datos?

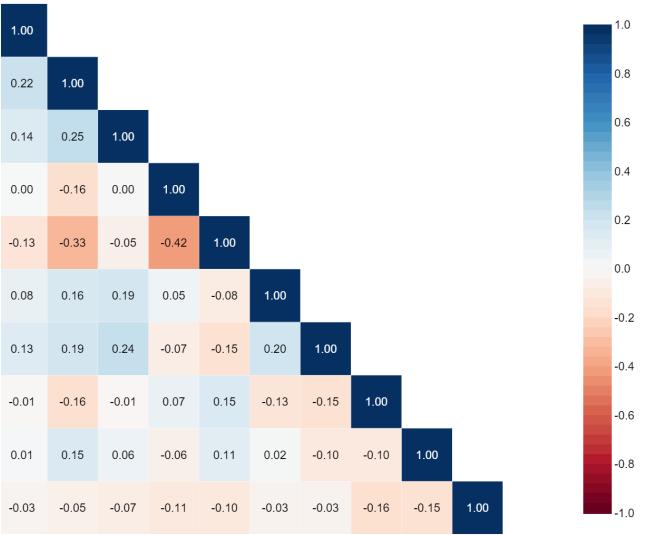


$$Y_i = \alpha + \beta_i X_i + \epsilon_i$$

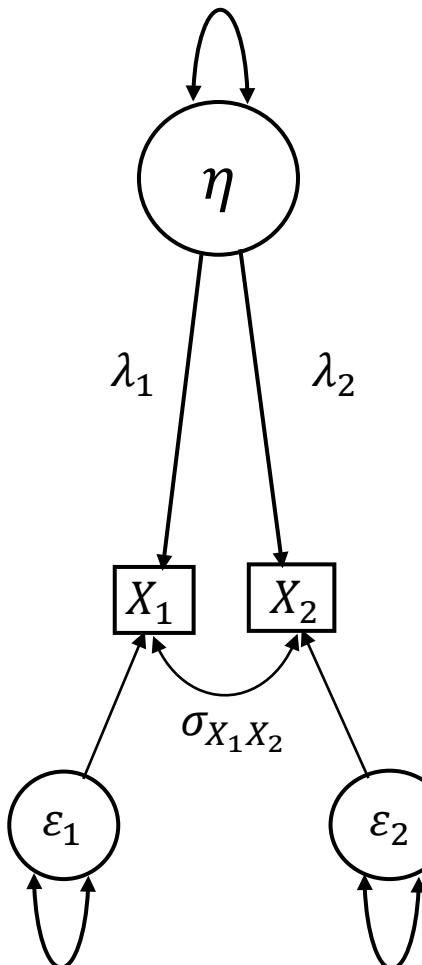


¿Se sostiene el modelo de medición dados los datos?

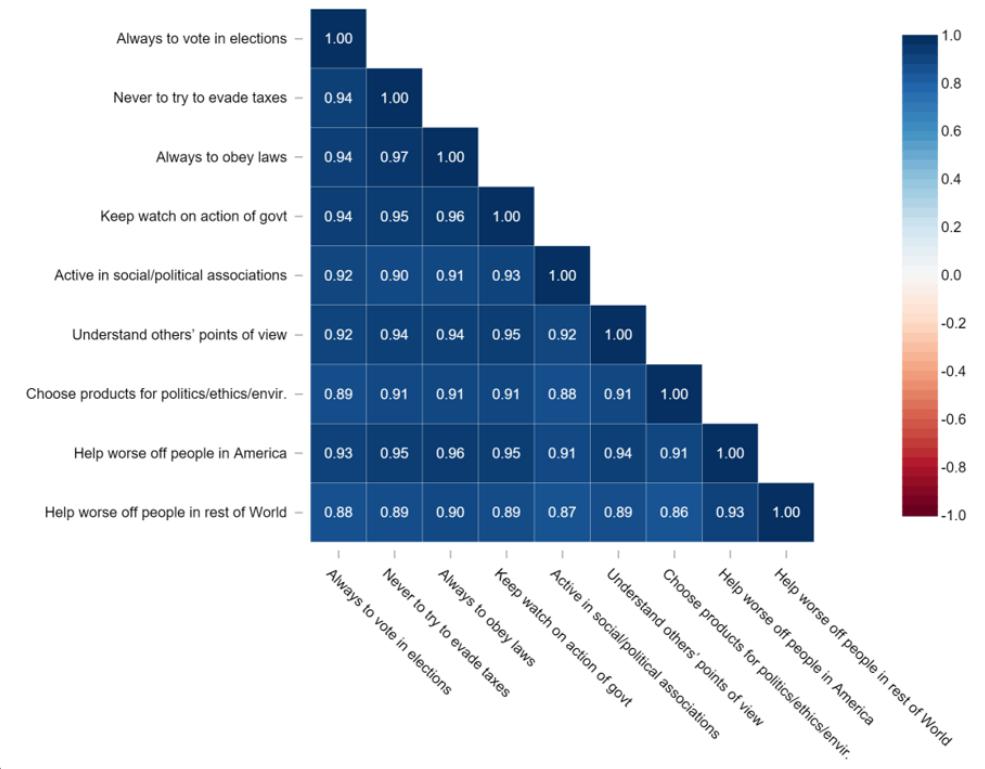
Lo que predice el modelo



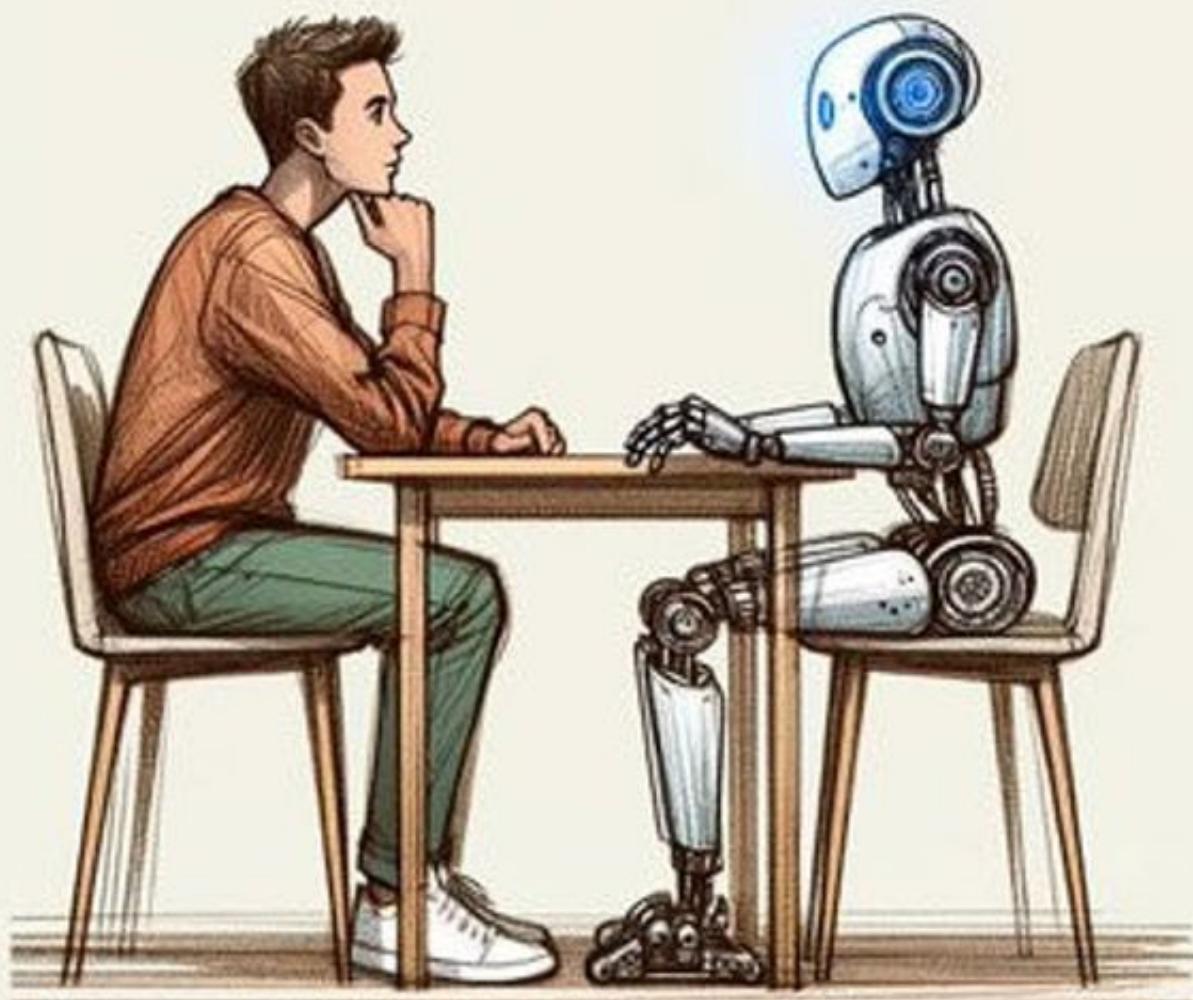
Supuestos del modelo



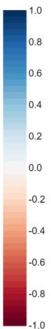
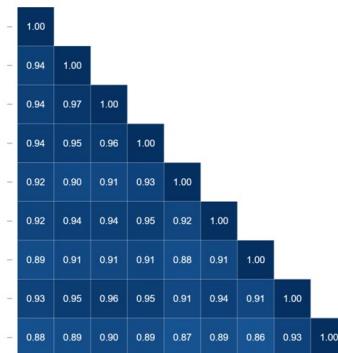
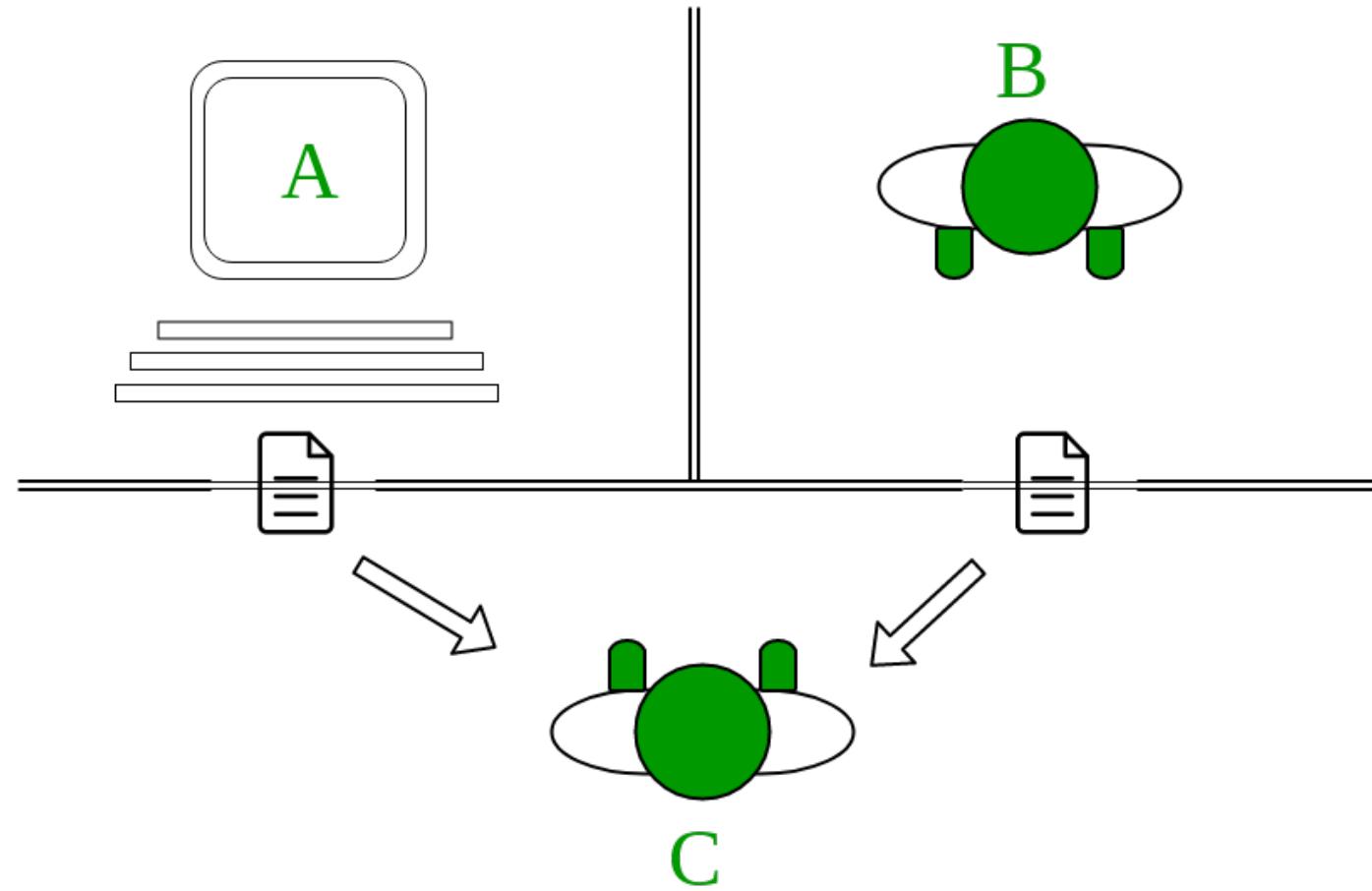
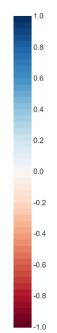
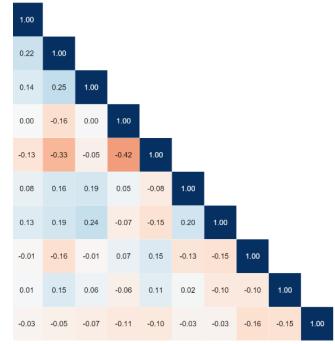
Correlaciones observadas

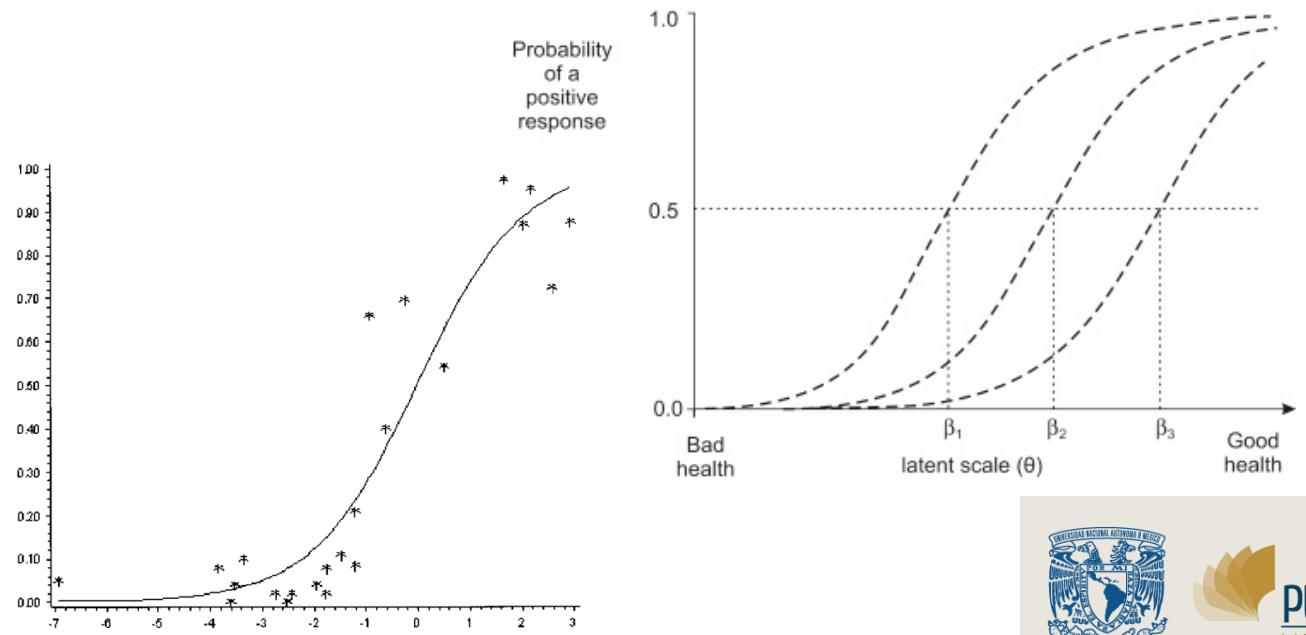
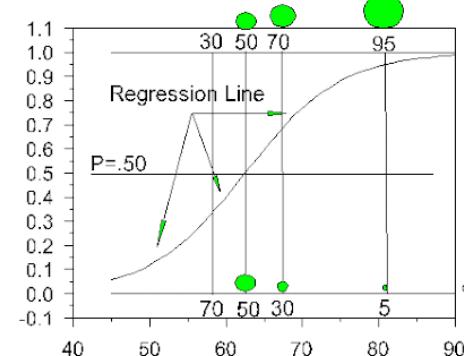
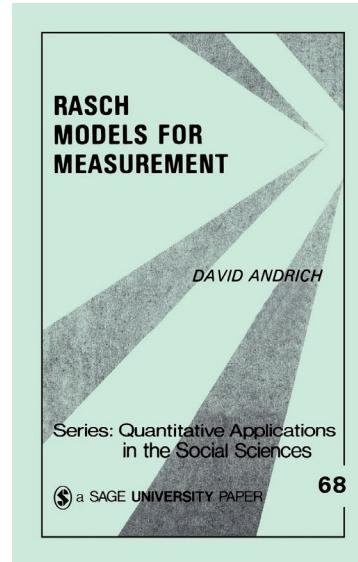


‘Turing Test’



Si la predicción es mala, entonces el modelo no sirve

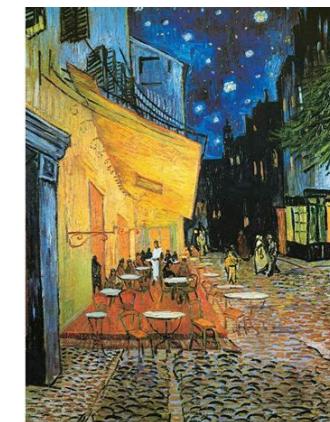




Evaluación formal y global de un SEM

Los CFA tienen una serie de estadísticos:

- La estimación de un CFA maximiza una función F_{ML} (qué tan bien ajusta el modelo a los datos)
- Con esta estimación se puede calcular un estadístico χ^2 cuya hipótesis nula es que $S = \Sigma$. Es decir, que si $p < .05$ rechazamos que el modelo sirve. S . En otras palabras, el número, tipo de dimensiones e indicadores no son una representación del construct.
- Un problema es que $\chi^2 = F_{ML}(N - 1)$ y por tanto es sensible a N .
- Por esta razón hay otros estadísticos. Estos índices son relativos y comparan un modelo nulo con el modelo propuesto. Existen estadísticos como el Comparative Fit Index (CFI) o el Tucker-Lewis index (TLI) ambos varian entre cero y uno.



- Checar ajuste global del modelo
 - RMSEA, TLI, CFI, Chi-Square

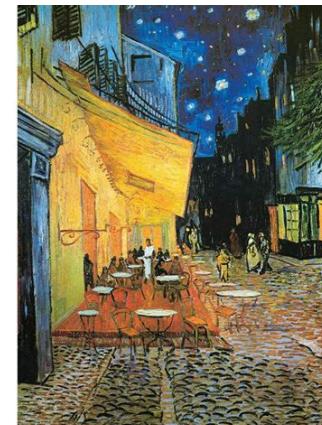
Criterios para evaluar un CFA

Summary of the suggested cut off for the goodness-of-fit statistics. The values of RMSEA, CFI and TLI need to be taken as an approximation.

| Index | Range values | Poor model fit rule |
|--------------|---------------------|----------------------------|
| χ^2 | p-values 1-0 | $p < .05$ |
| <i>RMSEA</i> | p-values 1-0 | $p > .06$ |
| <i>CFI</i> | 1 – 0 | < .95 |
| <i>TLI</i> | 1 – 0 | < .95 |



VS



Pasos adicionales

- Re-ajustar el modelo teórico
 - Correlaciones entre algunas variables -dada la teoría-
- Re-estimar el modelo

En ocasiones el modelo puede estar “ligeramente mal”. TLI=.93, CFI=.92, RMSEA=.07

Debido a que comparamos la matriz observada y la estimada por el modelo, Podemos calcular las fuentes de la discrepancia: **índices de modificación**

Este es un tema de validez pero es importante tenerlo presente.

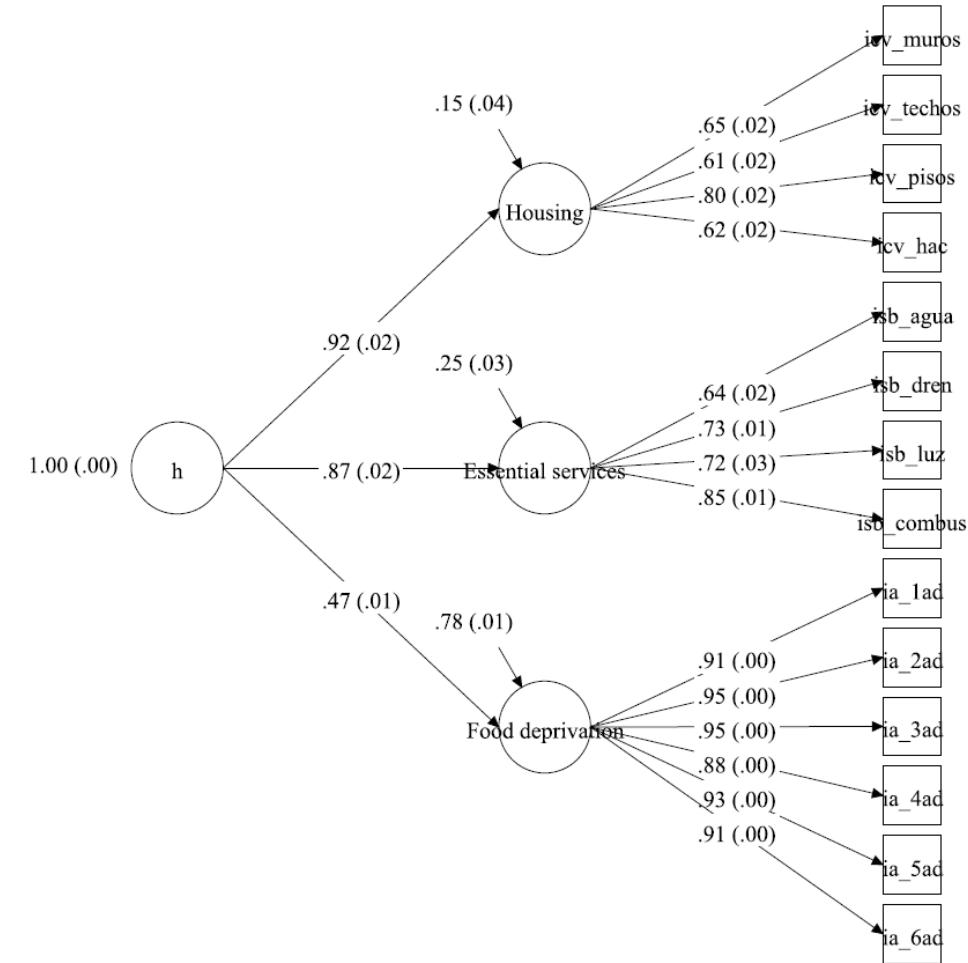


Análisis factorial confirmatorio 1.1

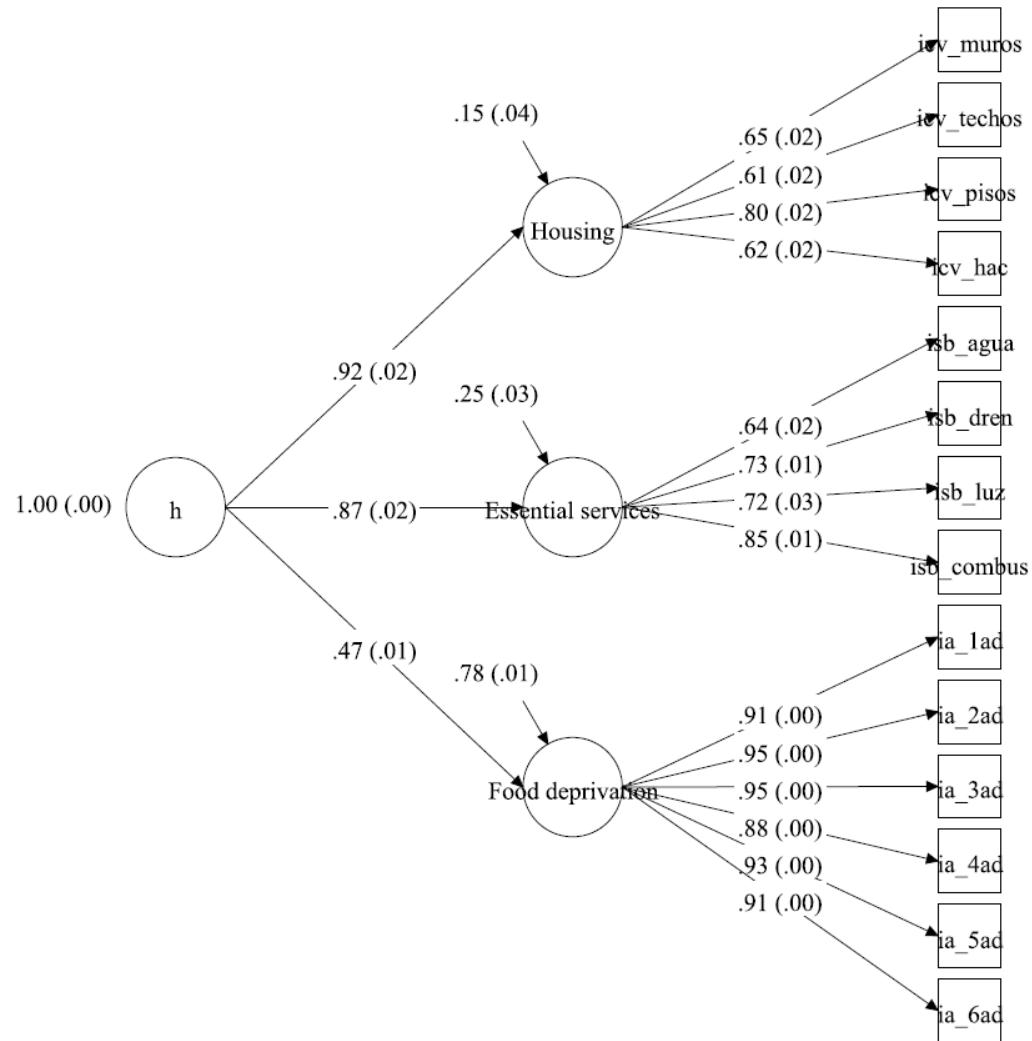
Se propone que la pobreza tiene tres dimensiones

Se propone que hay cuatro indicadores observados que son una manifestación de Vivienda

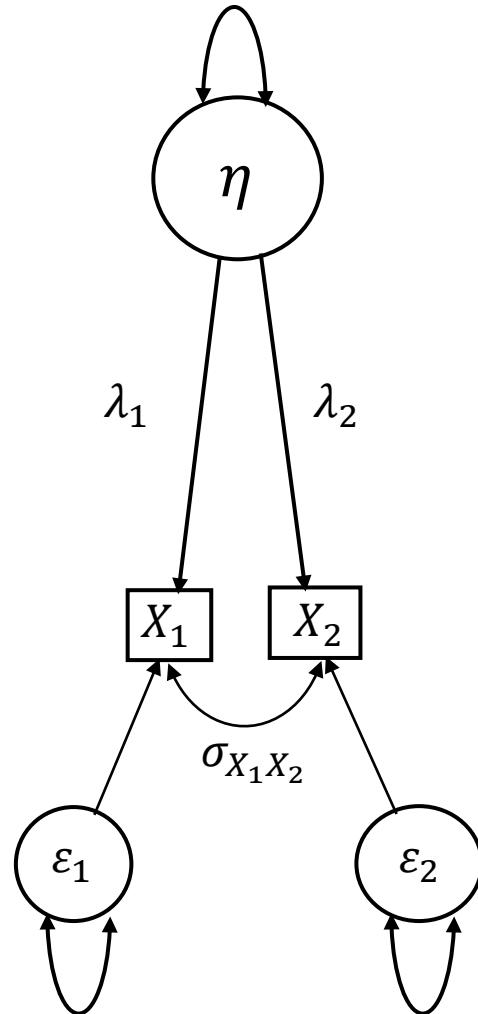
Se propone que hay seis indicadores observados que son manifestación de inseguridad alimentaria



Dado un modelo razonable



SEM: Modelos de medición testeables



SEM permitió la estimación de los tres modelos estadísticos de la teoría de la medición de variables latentes

Para ellos se valió de un **método** en particular: **Análisis factorial**

- ¿Se sostiene el modelo de medición dados los datos -si puedo reproducir el mecanismo generador de datos-?
- **¿Los indicadores capturan la señal de interés? ¿En qué cantidad?**

Inferencia en análisis factorial

$$x_i = \lambda_i \eta + \varepsilon_i$$

Parte de que la estructura es
unidimensional (**Solo hay un factor latente**)

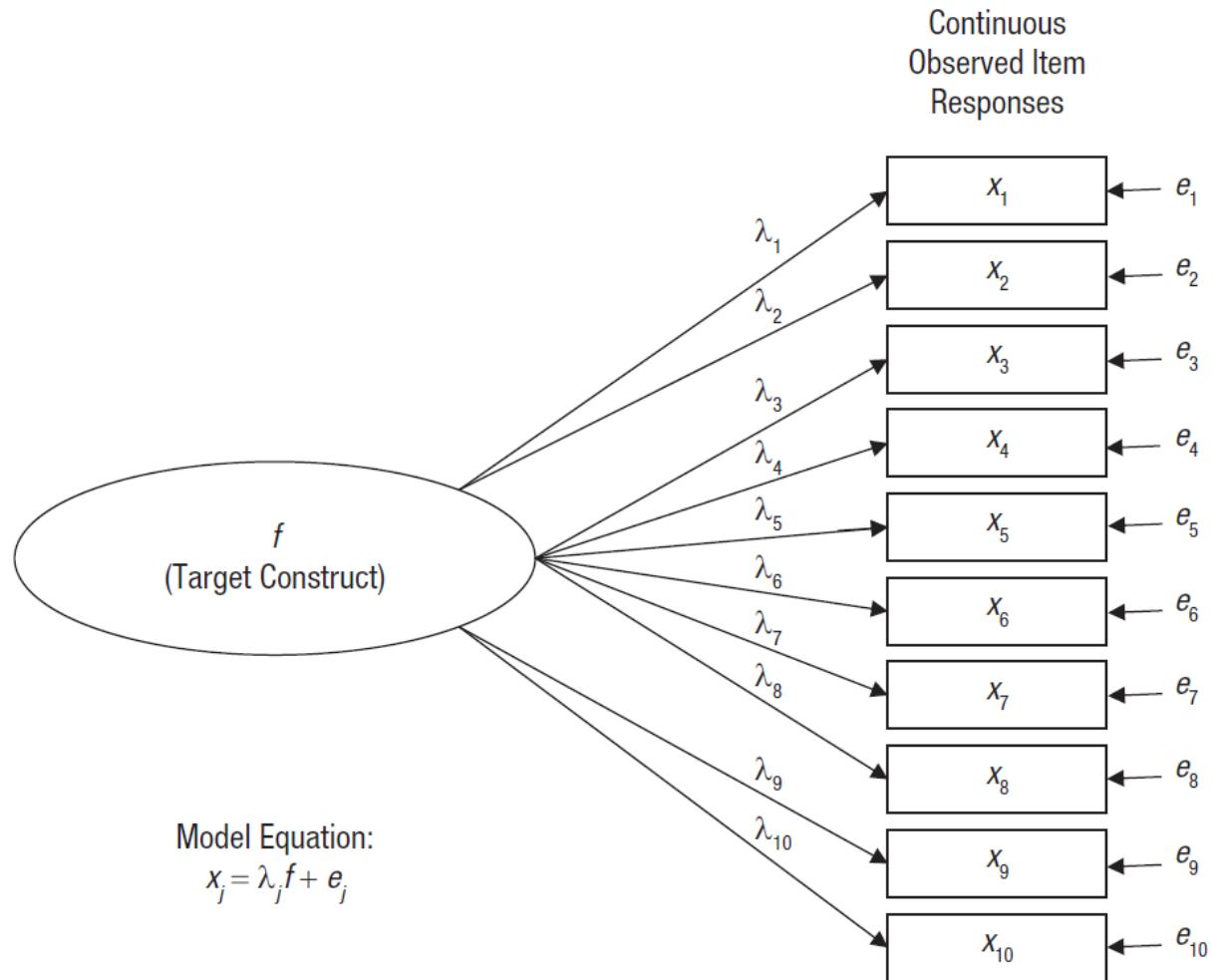


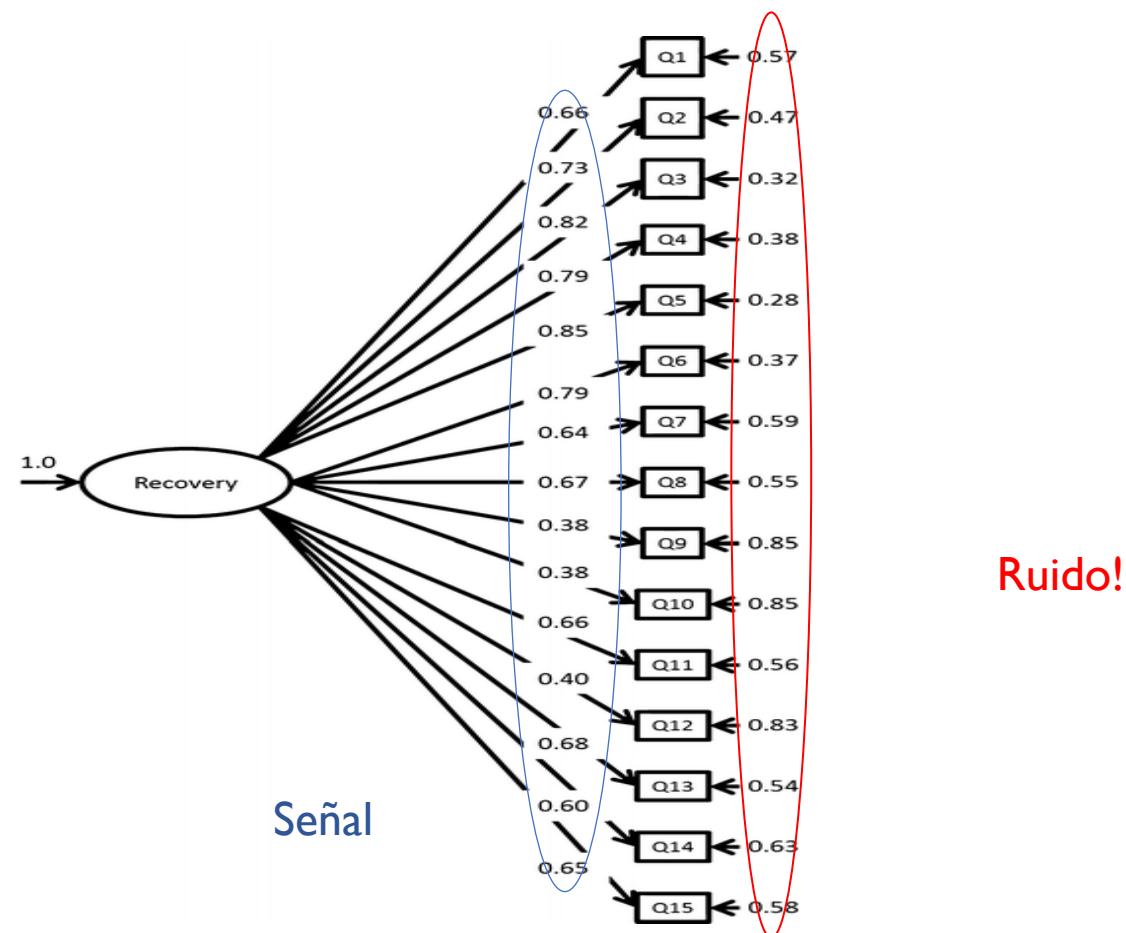
Fig. 1. One-factor model for a unidimensional test consisting of 10 continuously scored items. See the text for further explanation.



Interpretación de las cargas factoriales

- Relaciones teóricas vs observadas
- Proporción explicada de la varianza de cada indicador

Noten que estos modelos me ayudan a saber de una si equivalencia tau se sostiene



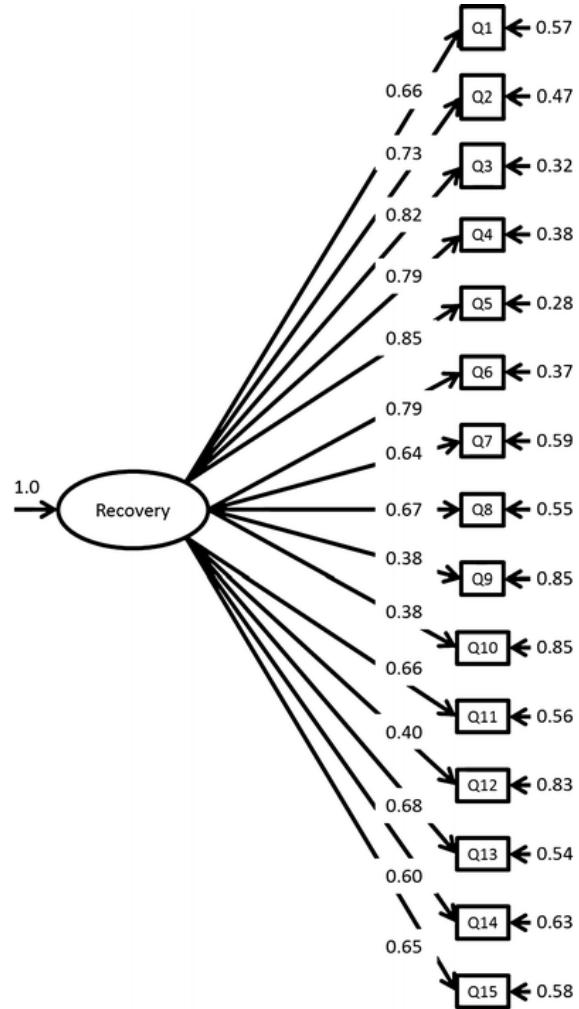
Tenemos que Q1 el $0.66^2 = .43$ es la varianza explicada por "Recovery" con un 0.57 de error.

¿Qué proporción de la varianza es deseable?

Por estudios de Monte Carlo se estima que arriba de .4 o .5 es deseable. Esto depende de la precisión que se busque.



¿Cargas factoriales bajas?



Imagínense que con estas variables “omega” es alto.

Sin embargo, Q9 y Q10 no me ayudarían de mucho, tienen más ruido que señal.

¿Qué hacer?

- Tirarlas
- Dejarlas
- Ponderar

¿Qué les parecería apropiado?

Además de ayudarnos a la estimación de confiabilidad global, el AFC nos permite identificar si debemos o no ponderar

Con alta confiabilidad ponderar no tiene sentido.

AFC y la inferencia sobre las cargas factoriales

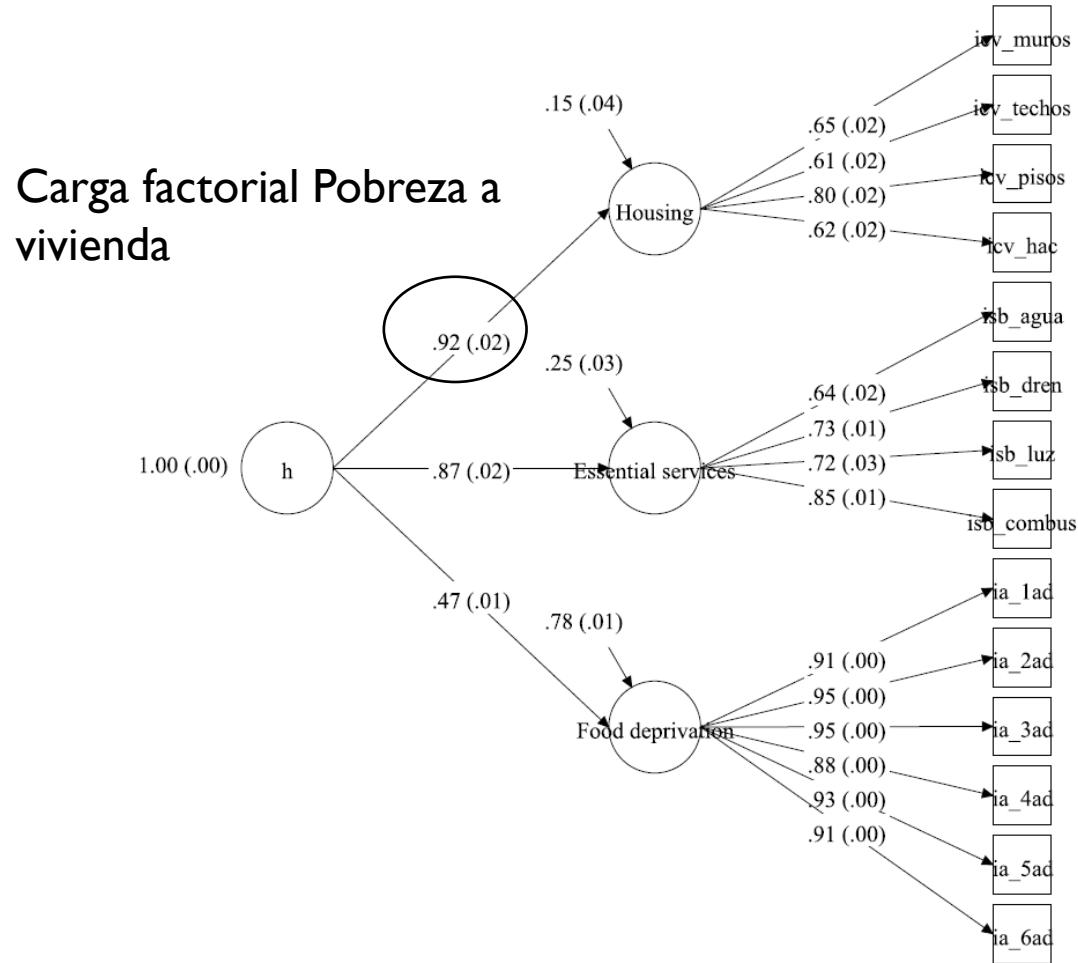
¿Qué significan los números?

Los MFC estiman soluciones estandarizadas, parcialmente estandarizadas y no estandarizadas

Para confiabilidad es mejor utilizar resultados estandarizados: La varianza del factor es 1

$0.92^2 = 85\%$ de la varianza de la dimensión se explica por la variable latente

$1 - .85 = 15\%$ de la varianza de la dimensión se explica por error



AFC y exploración de cargas factoriales

¿Qué significan los números?

El efecto indirecto de pobreza en carencia de muros es:

$$0.92 * 0.65 = 0.60$$

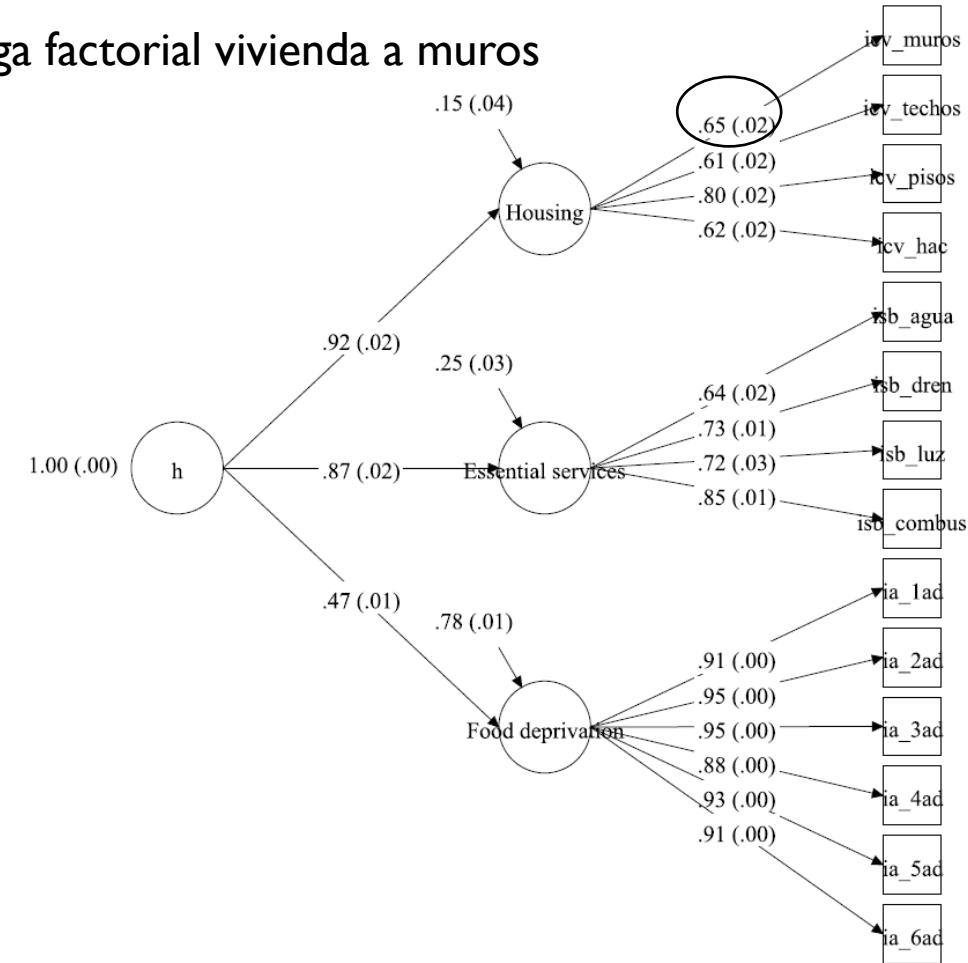
Es decir, el efecto está “mediado” por la dimensión de vivienda

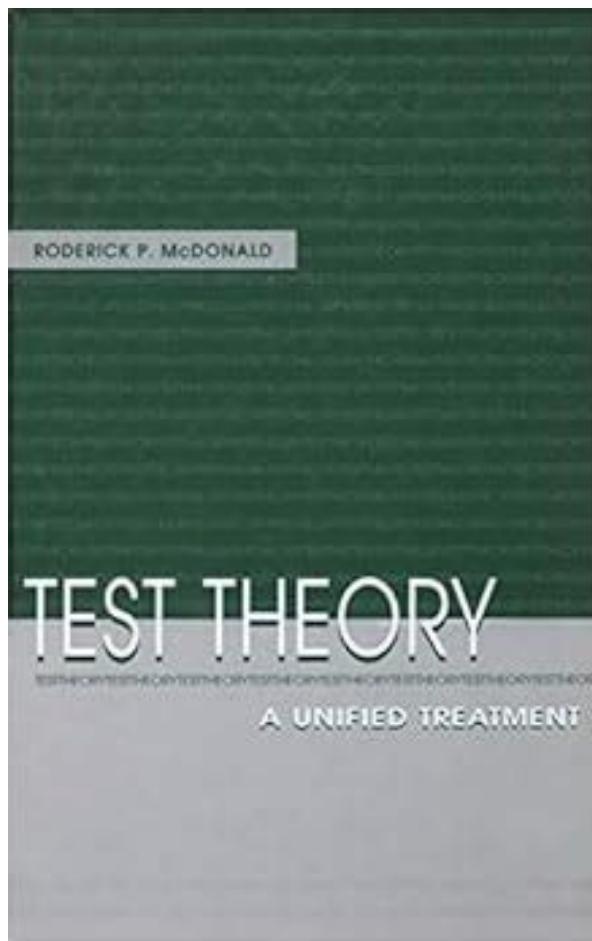
0.6^2 es la varianza explicada por la dimensión vivienda condicional en el factor general

¿Pero qué si queremos saber el efecto directo?

Veremos que esto es importante para estimar Omega

Carga factorial vivienda a muros





Estadísticos de confiabilidad: Omega

- Los mejores estadísticos de confiabilidad son ω and ω_h
- ω es conocida como el techo de confiabilidad, i.e. valor más alto estimado.
- Calcula la proporción de la varianza de todos los indicadores que se explica por el factor.
- Tiene un valor máximo de 1 y un mínimo de 0.
- Valores $> .8$ son deseables. Explicaremos por qué.

$$\omega = \frac{\sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^p \lambda_{ij} \right)^2}{\sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^p \lambda_{ij} \right)^2 + \sum_{i=1}^p e_i}$$



Clasificación de población y confiabilidad

- Una pregunta es: Qué tan bajo es el estadístico de confiabilidad para ser aceptable?
- Una de las consecuencias de confiabilidad es que lleva a ordenamientos de la población consistentes
- Nájera (2018) hizo un estudio de Monte Carlo para ver la relación entre confiabilidad y entropía: Unidimensional, Multidimensional y multidimensional (débil).
- Hay una relación muy clara en los tres casos

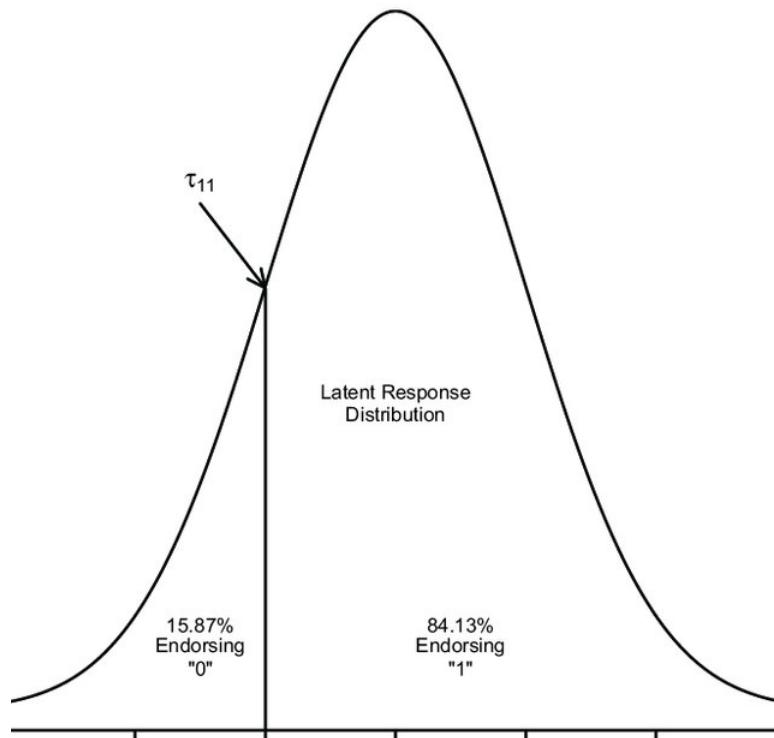
Summary of the relations among β , α , ω and entropy depending on index dimensionality. Summarised from Nájera (2018). In this case, the unidimensional model seem to meet τ equivalence, i.e. equal loadings.

| Reliability statistic | Leads to | Classification error (%) | Entropy value |
|-----------------------|-----------|--------------------------|---------------|
| $\alpha > .8$ | \approx | < 5% | > .8 |
| $\omega > .8$ | \approx | < 5% | > .8 |
| $\omega > .85$ | \approx | < 5% | > .8 |
| $\omega_h > .65$ | \approx | < 5% | > .8 |
| $\omega > .85$ | \approx | < 5% | > .8 |
| $\omega_h > .70$ | \approx | < 5% | > .8 |

Scores latentes y observados

Con alta confiabilidad

AFC estima una distribución a partir de las cargas factoriales estimadas- score óptimo/latente



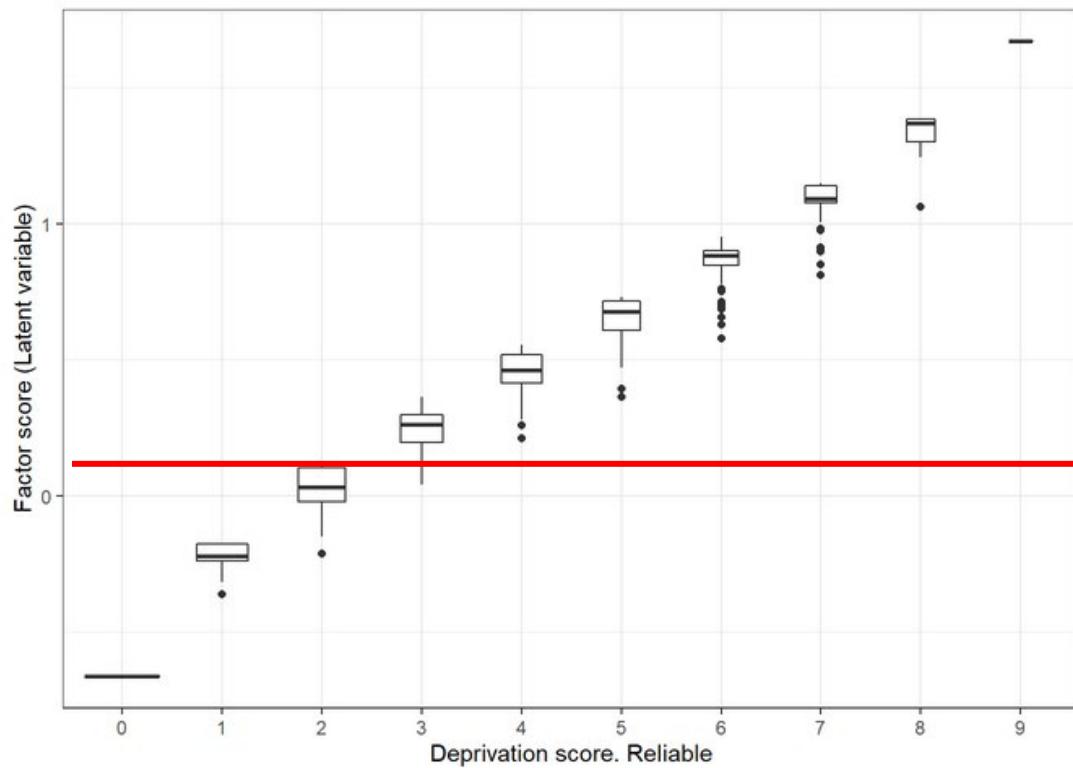
¿Cuál sería la relación entre los scores observados y los latentes?

| | | | | | | | | |
|------|-------------------|------------|---------------|--------------|------------|-----------|--------|--------|
| ## | Lavadora | Televisión | Agua entubada | Refrigerador | GasNatural | Drenaje | | |
| ## 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ## 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ## 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ## 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ## 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ## 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ## | Cisterna | Celular | Computadora | Netflix | Panel | Solar | Jardin | Estufa |
| ## 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ## 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ## 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ## 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ## 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ## 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ## | AireAcondicionado | Bicicleta | Obs | Exp | z1 | se.z1 | | |
| ## 1 | 0 | 0 | 260 | 308.583613 | -1.3723183 | 0.6710940 | | |
| ## 2 | 0 | 1 | 78 | 26.815590 | -0.9565429 | 0.6137046 | | |
| ## 3 | 1 | 0 | 80 | 25.740288 | -0.9565429 | 0.6137046 | | |
| ## 4 | 1 | 1 | 31 | 3.339630 | -0.6034440 | 0.5701628 | | |
| ## 5 | 0 | 0 | 100 | 27.592368 | -0.9565429 | 0.6137046 | | |
| ## 6 | 0 | 1 | 32 | 3.579925 | -0.6034440 | 0.5701628 | | |

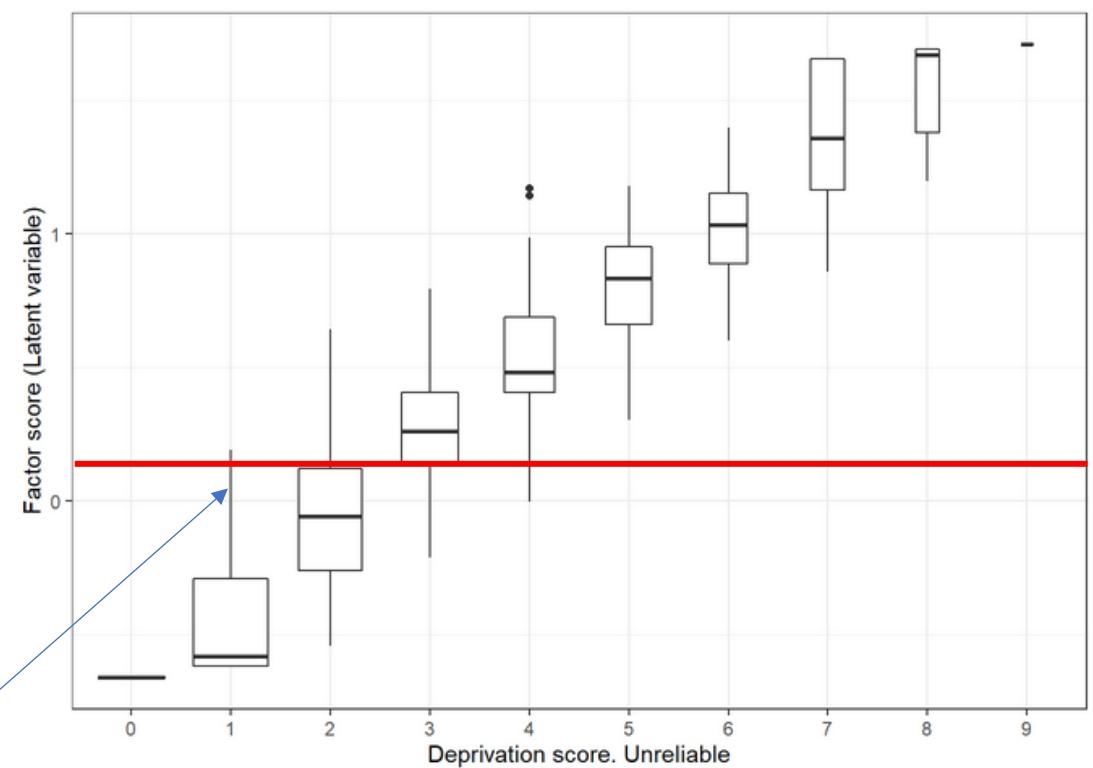


Correlación entre distintas versiones del mismo test

Alta confiabilidad



Moderada confiabilidad



Más error en la
clasificación

Nájera et al. (forthcoming)

Ejemplo: Cálculo de Omega AFC

- El cálculo de omega consiste en los siguientes pasos:
 - Estimo modelo factorial (Confirmatorio de preferencia)
 - Evalúo el ajuste del modelo
 - Estimo omega con la fórmula de McDonald

Leer la documentación

```
library(lavaan)
model<-t(h =~ +analafabetismo + inasistencia + sinedbasica + accesosalud + pisotierra + sinsanitario
+ sinaguaentubada + sindrenaje + sinenergia + sinlavadora + sinrefrigerador'
I1 <- sem(model,data=D[,3:13],std.lv=TRUE)

> reliability(fit1f)

This call to reliability produces the following output:

openness
alpha 0.5999111
omega 0.6079033
omega2 0.6079033
omega3 0.6078732
avevar 0.2461983
```

Variables categóricas se requiere especificar la opción “ordinal”



Distintos tipos de omega

- El omega relevante depende de la estructura y tipo de indicadores que se tiene:
 - Multidimensional o unidimensional
 - Categóricos o continuos (O una mezcla)

Ejemplo

- Se tienen cinco indicadores: O_1 ... O_5
- Se estima un modelo unidimensional
- TLI=.88

The factor-loading estimates of the fit1f model are listed under the Latent Variables heading in the results summary as follows:

Latent Variables:

Estimate Std.Err z-value P(>|z|)

openness =~

01 0.622 0.029 21.536 0.000

02 0.684 0.042 16.466 0.000

03 0.794 0.032 24.572 0.000

04 0.361 0.031 11.779 0.000

05 0.685 0.036 19.069 0.000



Ejemplo

This call to reliability produces the following output:

openness

alpha 0.5999111

omega 0.6079033

omega2 0.6079033

omega3 0.6078732

avevar 0.2461983

Average extracted
variance: Items
not factors



The first and the second coefficients omega will have the same value when the model has simple structure, but different values when there are (for example) cross-loadings or method factors. The first coefficient omega can be viewed as the reliability controlling for the other factors. The second coefficient omega can be viewed as the unconditional reliability (**correlated errors**).

Omega ((Bollen, 1980; see also Raykov, 2001) y omega2 (Bentler, 1972, 2009) se calculan utilizando la varianza “supuesta” bajo el modelo -casi siempre =1-

Omega3 se basa en la varianza observada en los datos (**más conservador**)

.61 es la proporción del score total que es atribuible al factor -61% de señal-



Ejemplo

This call to reliability produces the following output:

openness

alpha 0.5999111

omega 0.6079033

omega2 0.6079033

omega3 0.6078732

avevar 0.2461983

Omega ((Bollen, 1980; see also Raykov, 2001) y omega2 (Bentler, 1972, 2009) se calculan utilizando la varianza “supuesta” bajo el modelo -casi siempre =1-

Omega3 se basa en la varianza observada en los datos

.61 es la proporción del score total que es atribuible al factor -61% de señal-

Yang and Green (2015) asserted that applied researchers should be more interested in the reliability of an observed total score X than in the reliability of a latent total score X^* because observed scores, rather than latent scores, are most frequently used to differentiate among individuals in research and practice. Yang and Green established that, compared with ω_u , ω_{u-cat} produces more accurate reliability



Ejemplo 2

Además de cargas factoriales, tenemos un parámetro adicional: El umbral

El umbral es el valor latente a partir del cual una persona cambia de la categoría 0 a 1

Por ejemplo, esperaríamos que las personas con carencia de agua entubada tuvieran el mismo umbral - severidad latente-

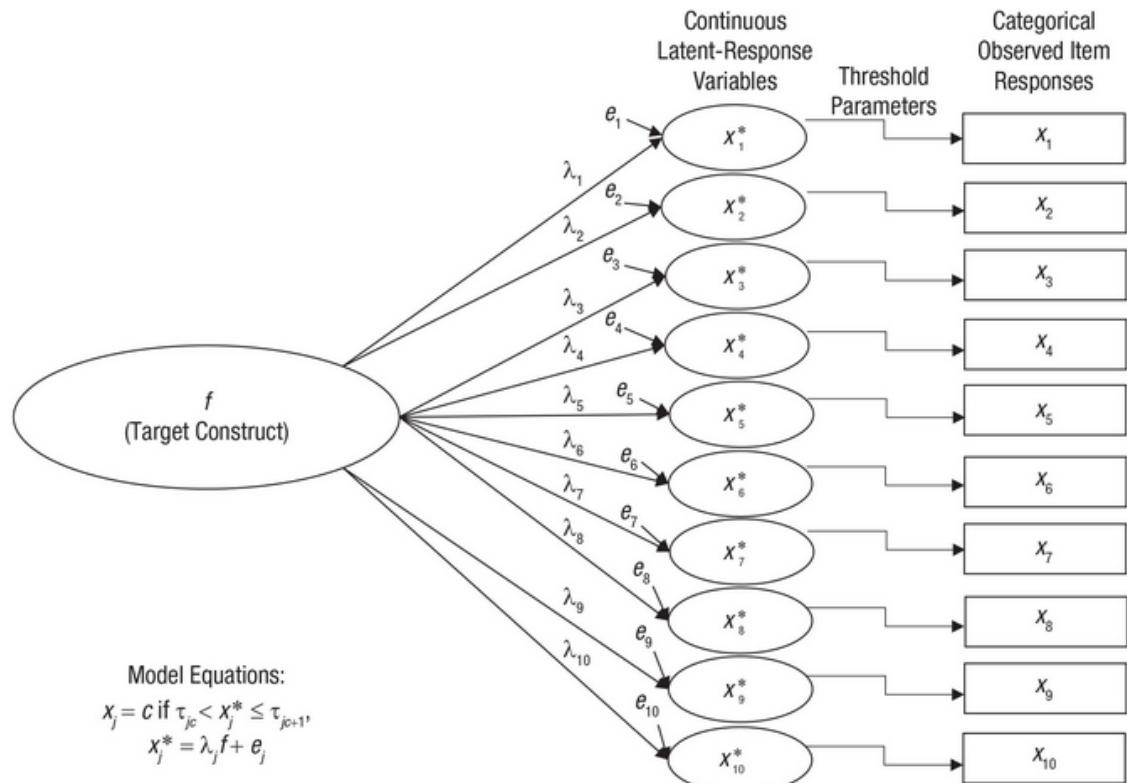


Fig. 2. One-factor model for a unidimensional test consisting of 10 ordinal scaled items. See the text for further explanation.

Ejemplo 2

```
> reliability(fit1f)  
compRel
```

This call to `reliability` produces the following output:

```
psyctcsm  
  
alpha 0.8007496  
  
omega 0.7902953  
  
omega2 0.7902953  
  
omega3 0.7932682  
  
avevar 0.5289638
```

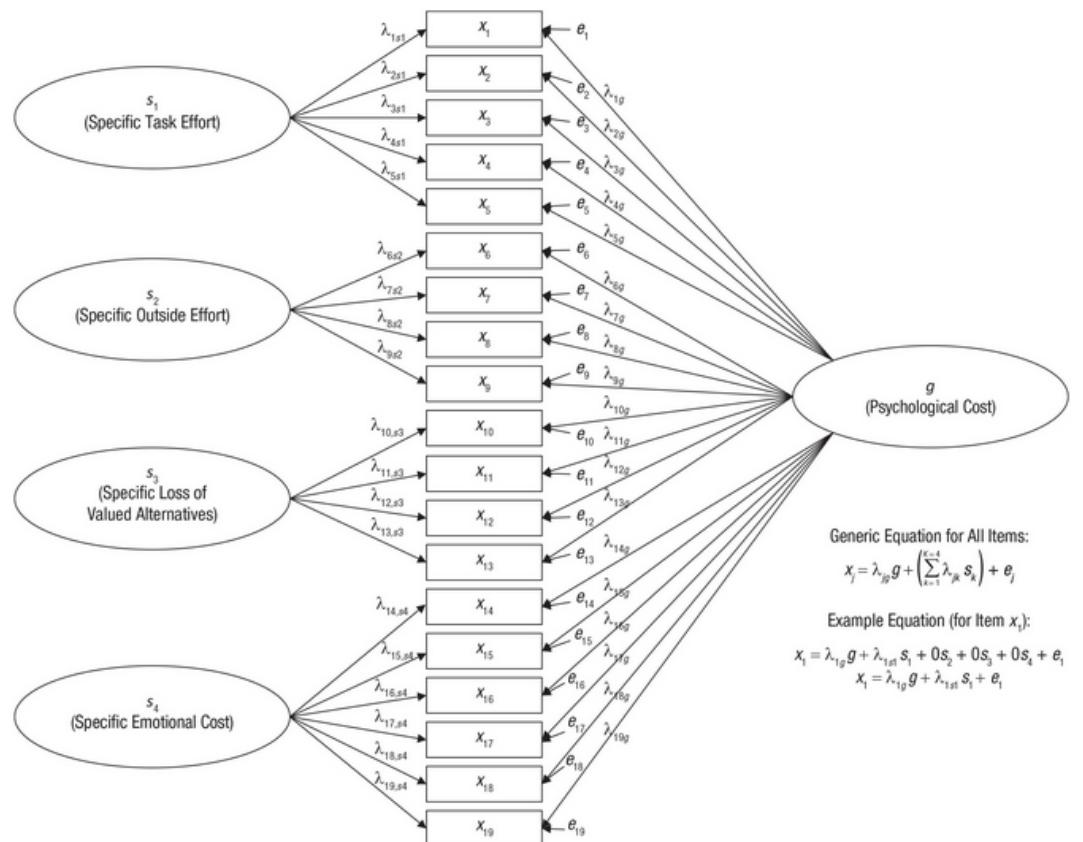
Alpha es un Alpha Ordinal!

Omega y Omega2 usan la varianza que supone el modelo del factor

Omega3 se basa en la varianza observada en los datos



Ejemplo 3

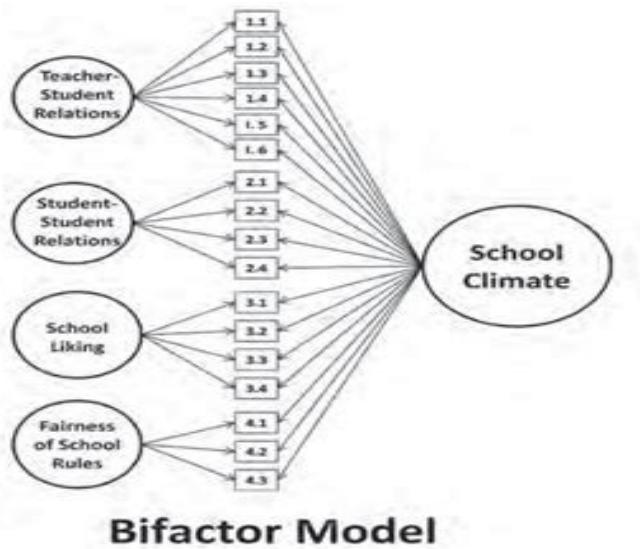


Nos interesa el omega total y el omega jerárquico:

La confiabilidad atribuible a las dimensiones

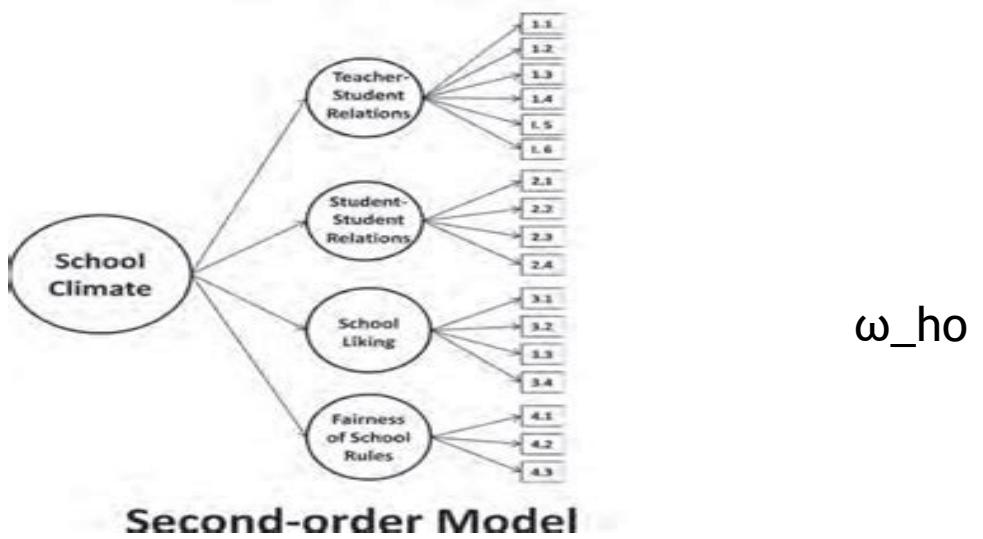
Fig. 3. Bifactor model for the psychological-cost scale. See the text for further explanation.

Ejemplo 3



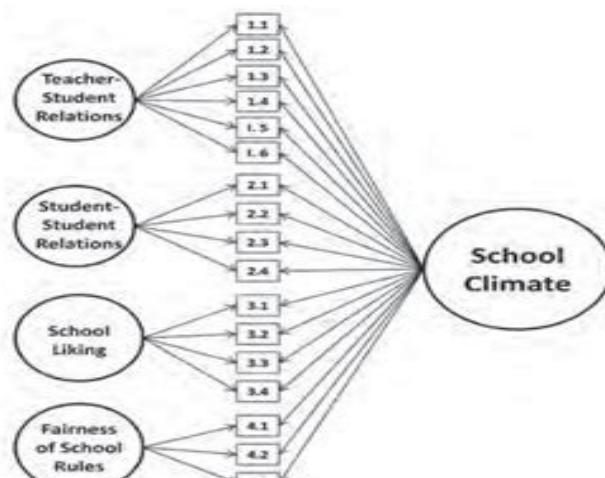
ω_h

% del score global que se atribuye al factor general o de alto orden

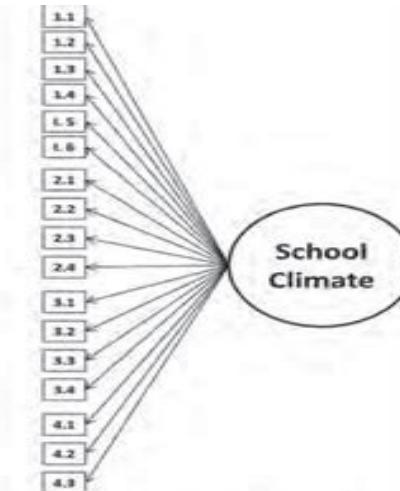


ω_{ho}

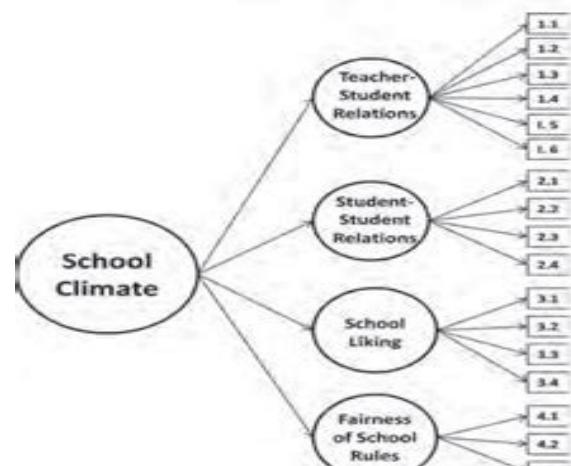
Posibles estructuras multidimensionales



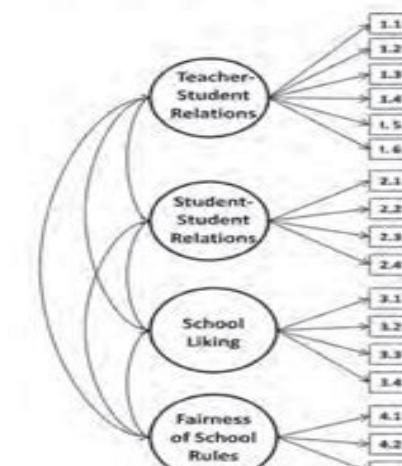
Bifactor Model



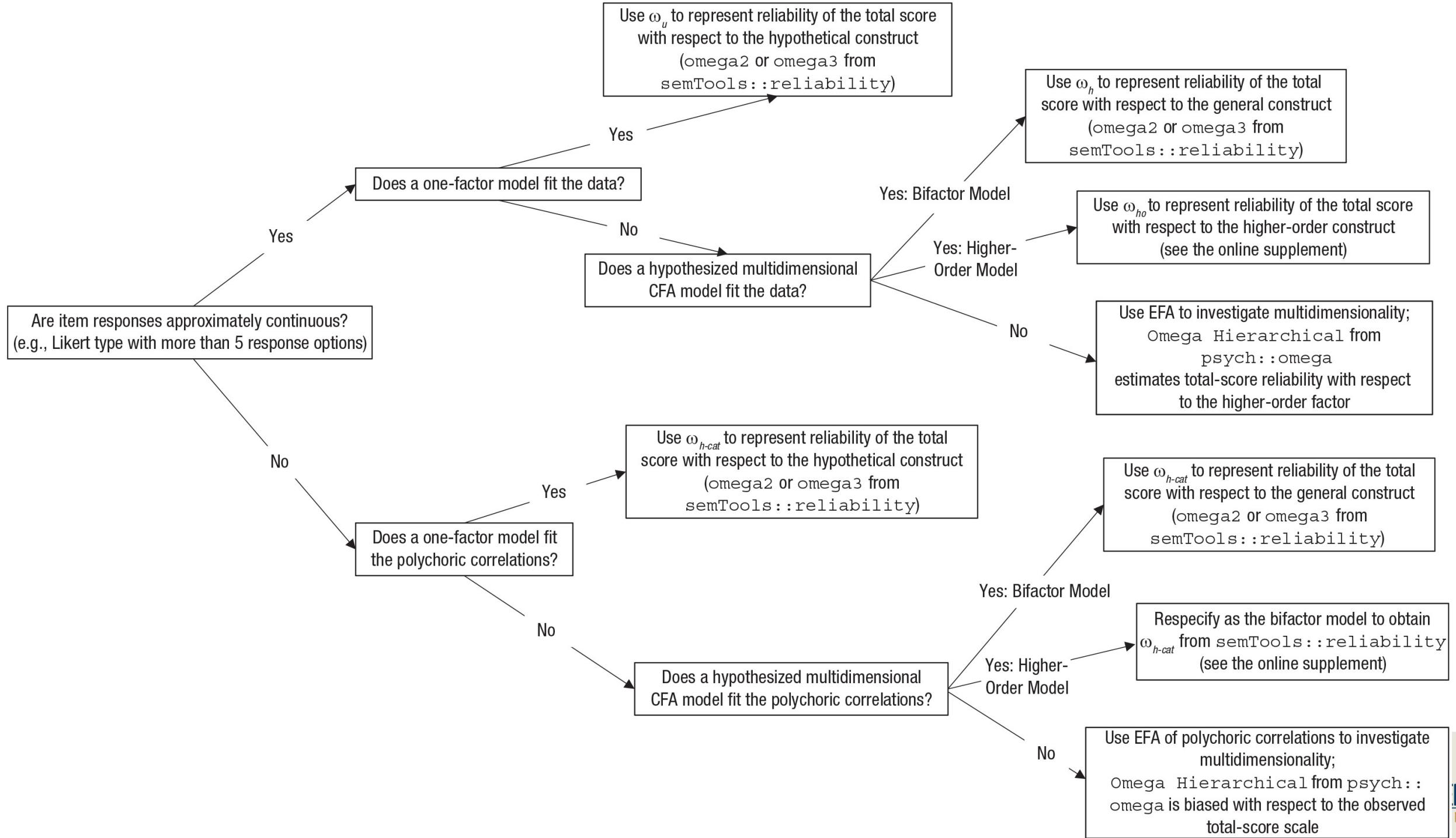
One-factor Model



Second-order Model



Four-factor Model



Análisis factorial exploratorio

- El modelo de medición está subdeterminado
- La relación entre los indicadores y aquello que quiero medir está pobemente especificada
- Las hipótesis de la relación entre los indicadores y el factor de interés son generales
- La probabilidad de que haya más dimensiones no es igual a cero pero desconozco su valor

Análisis factorial exploratorio

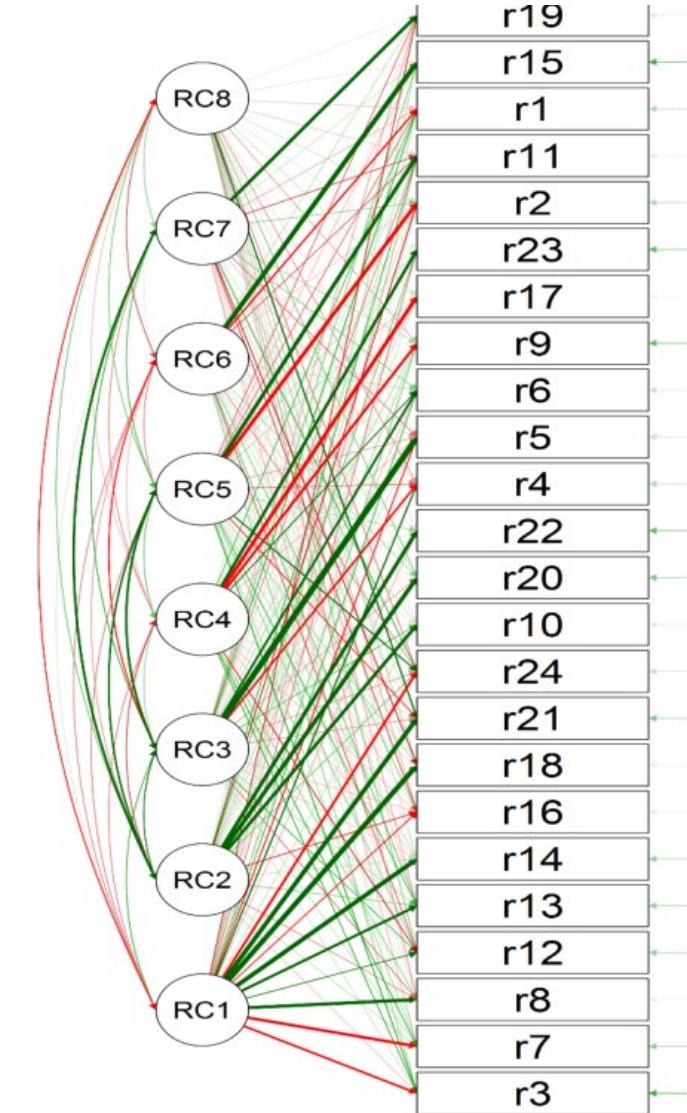
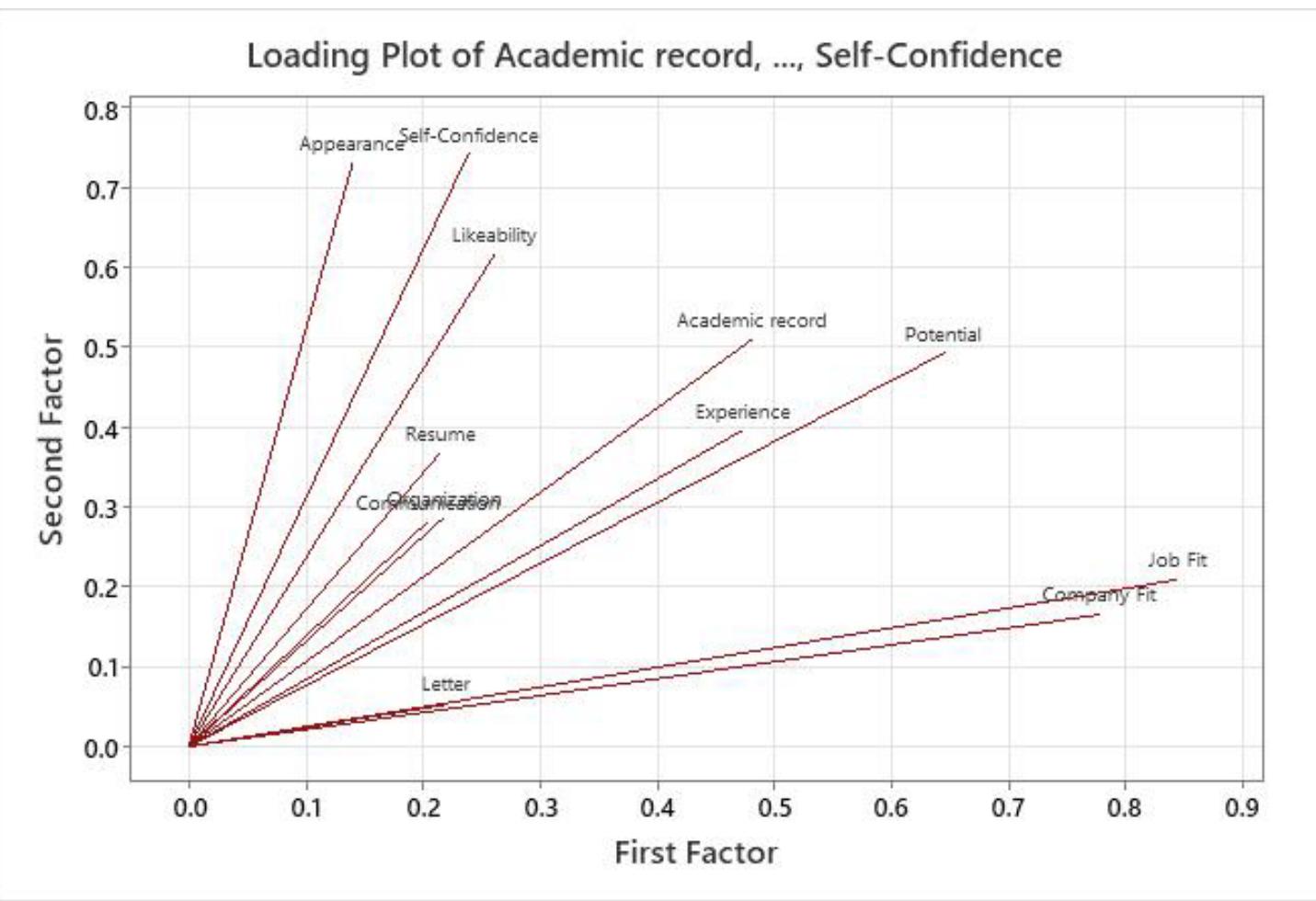


Análisis factorial exploratorio

Múltiples grados de libertad

- Se estima un modelo incondicional de una dimensión
- Se evalúa el ajuste y el error de medición por indicador
- Se seleccionan sólo aquellos indicadores que rastrean la misma señal
- ¿Cómo descarto la posibilidad de que los indicadores con alto error no sean parte de una segunda dimensión?





Múltiples especificaciones

Análisis factorial exploratorio

AFC vs Análisis de componentes principales

La discusión ya no es en términos de **modelos de medición** sino de **métodos de estimación**:

Los resultados son distintos porque usamos métodos distintos y no porque usamos modelos diferentes



Ejemplo: Cálculo de Omega AFE

- En el caso exploratorio:
 - Estimo un modelo factorial exploratorio con número creciente de factores
 - Elijo una solución
 - Aplico la fórmula de McDonald

Mal modelo:
RMSEA>.06

```
## The df corrected root mean square of the residuals is  0.08
## RMSEA index =  0.165  and the 10 % confidence intervals are  0.16  0.17
## BIC =  2626.29
```

1 Podría usar la función `omega()` del paquete `pysch`

```
0<-omega(D[,3:13], nfactors = 1)
0
```

```
## Omega
## Call: omegah(m = m, nfactors = nfactors, fm = fm, key = key, flip = flip,
##               digits = digits, title = title, sl = sl, labels = labels,
##               plot = plot, n.obs = n.obs, rotate = rotate, Phi = Phi, option = option,
##               covar = covar)
## Alpha:                 0.86
## G.6:                  0.89
## Omega Hierarchical:   0.88
## Omega H asymptotic:  1
## Omega Total:          0.88
##
## Schmid Leiman Factor loadings greater than  0.2
##                                     g  F1*   h2   u2 p2
## analfabetismo      0.85     0.72  0.28  1
## inasistencia       0.30     0.09  0.91  1
## sinedbasica        0.75     0.57  0.43  1
## accesosalud-       0.01     0.99  1
## pisotierro         0.81     0.65  0.35  1
## sinsanitario        0.30     0.09  0.91  1
## sinaguaentubada   0.49     0.24  0.76  1
## sindrenaje          0.73     0.53  0.47  1
## sinenergia          0.60     0.35  0.65  1
## sinlavadora         0.88     0.77  0.23  1
## sinrefrigerador    0.87     0.76  0.24  1
##
```

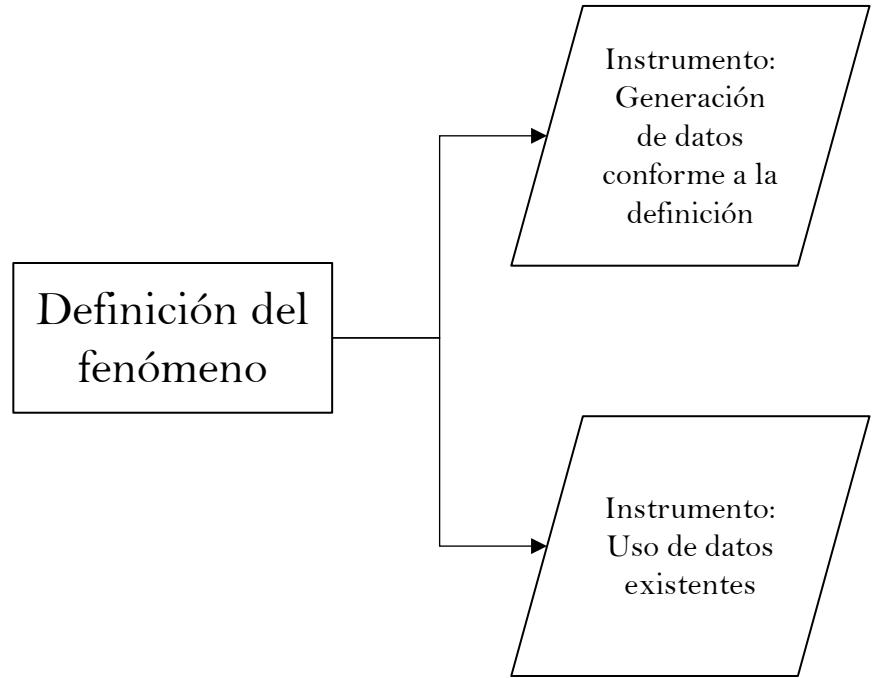


Flujo de trabajo en Medición

Definición del
fenómeno

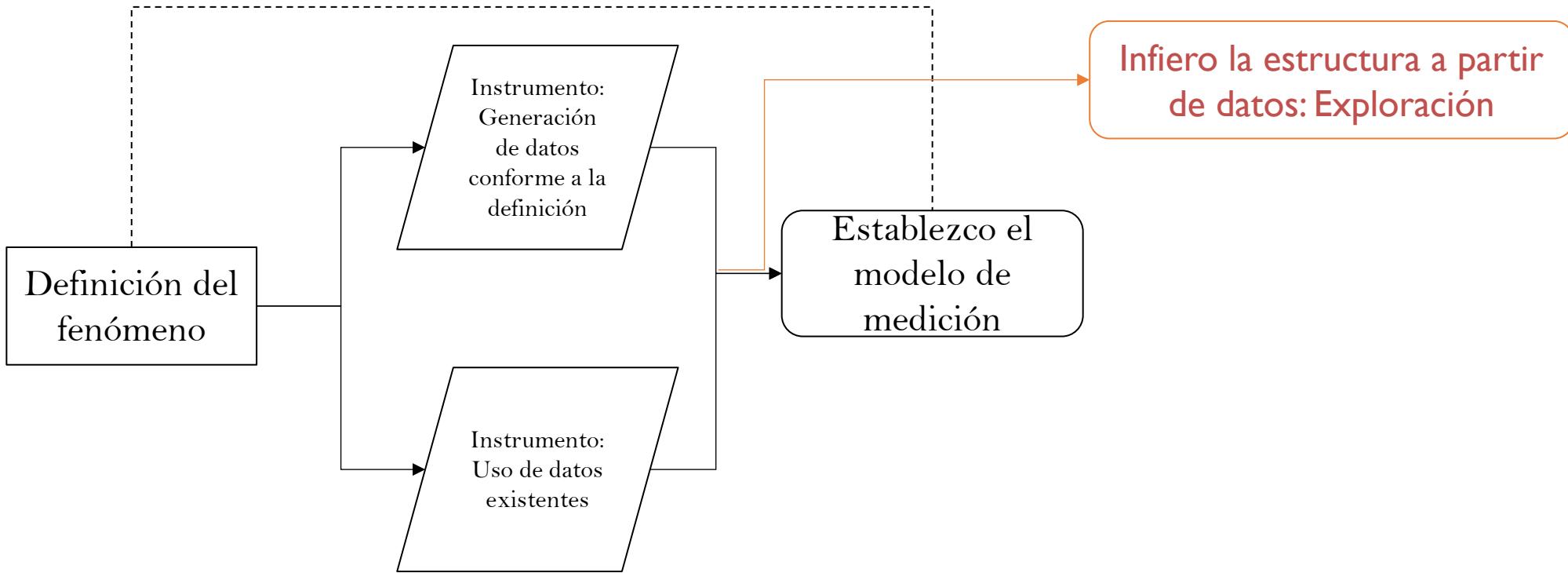
Flujo de trabajo en Medición



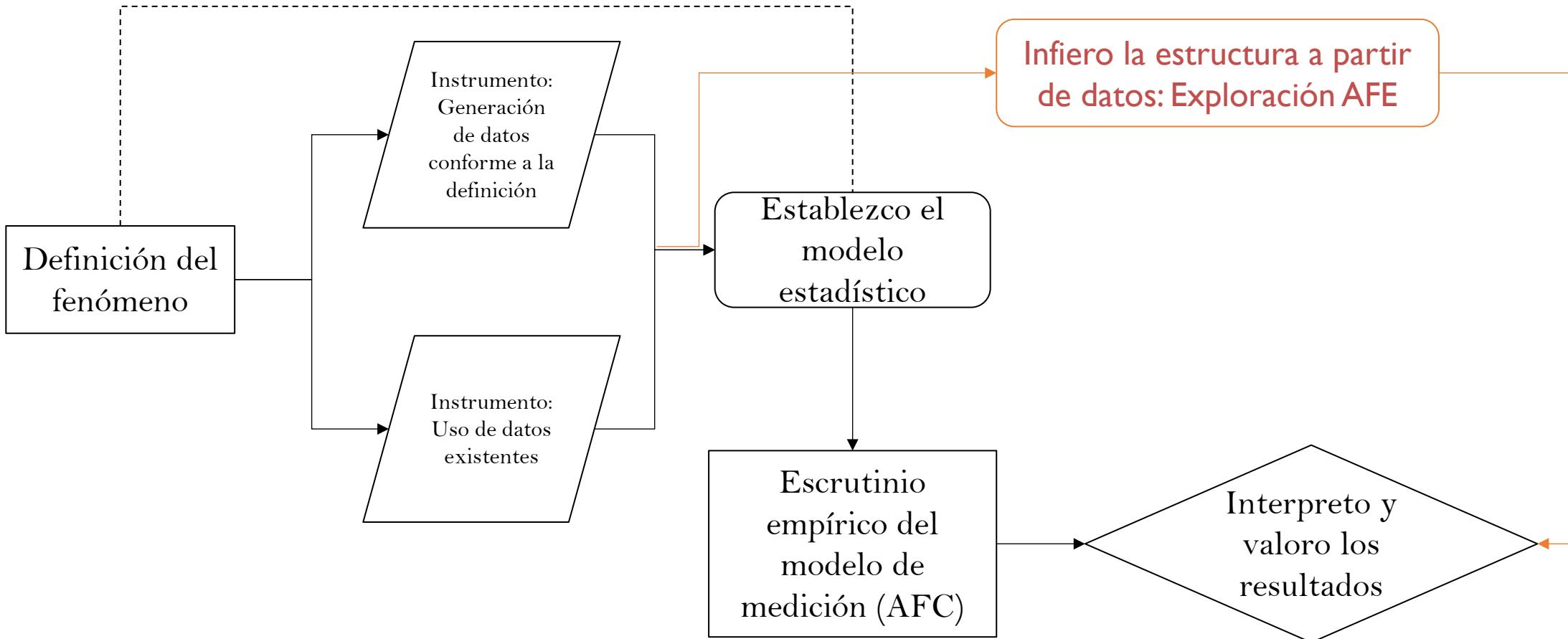


¿Cuáles son las manifestaciones?

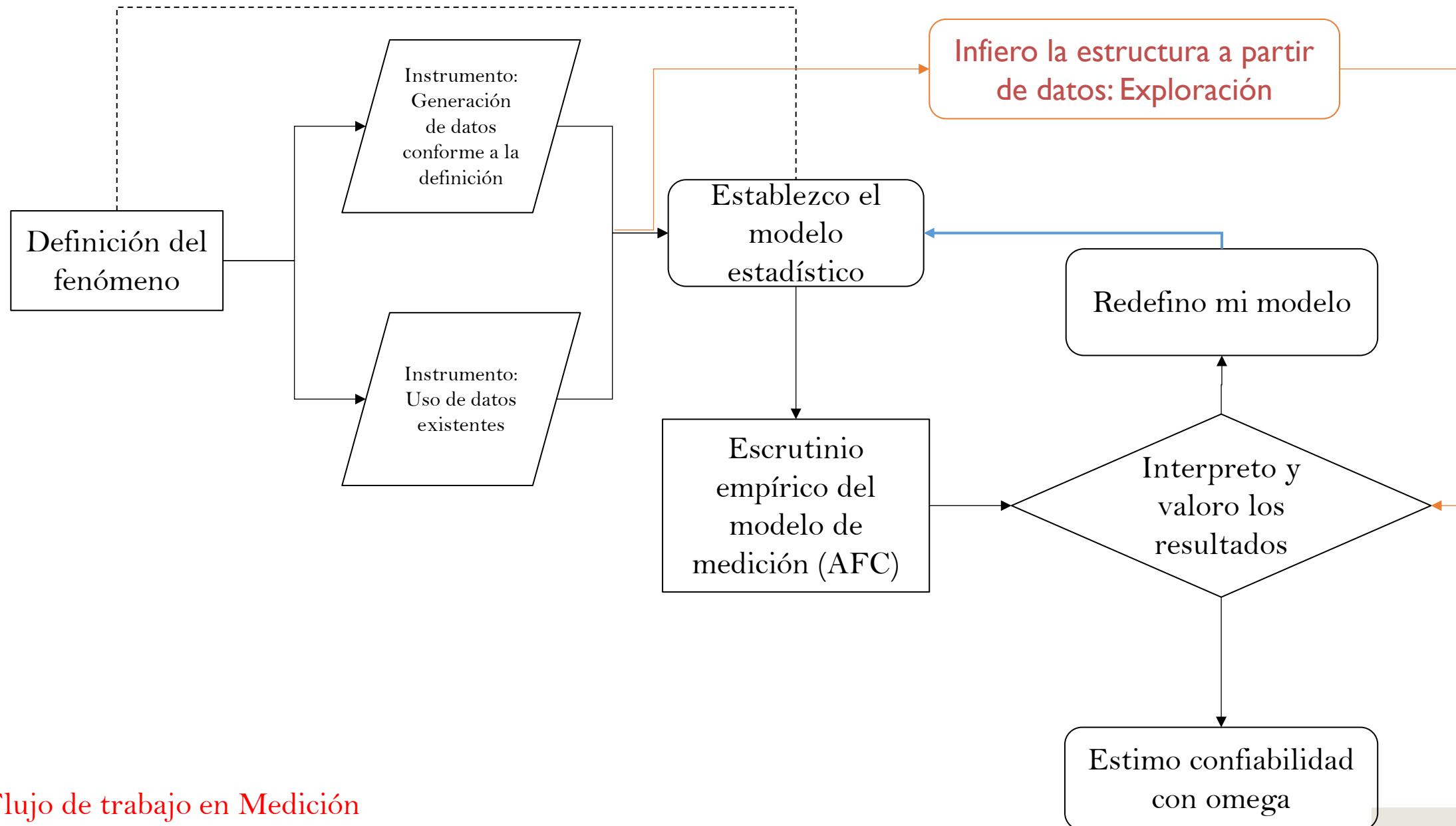
Flujo de trabajo en Medición

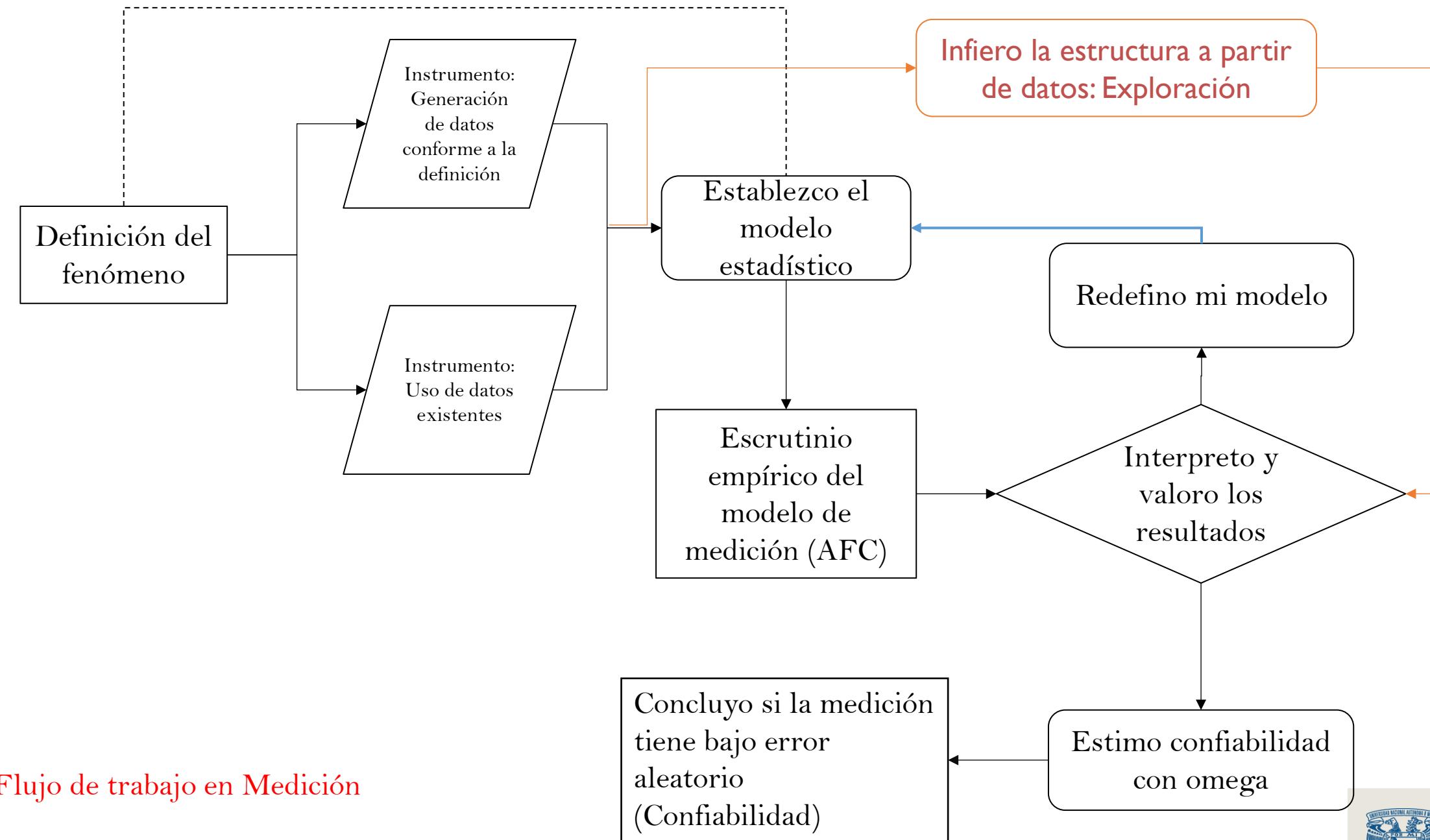


Flujo de trabajo en Medición



Flujo de trabajo en Medición





El paquete lavaan

lavaan is easy and intuitive to use

- the 'lavaan model syntax' allows users to express their models in a compact, elegant and useR-friendly way; for example, a typical CFA analysis looks as follows:

```
library(lavaan)
myData <- read.csv("/path/to/mydata/myData.csv")
myModel <- '
  f1 =~ item1 + item2 + item3
  f2 =~ item4 + item5 + item6
  f3 =~ item7 + item8 + item9
  .

  fit <- cfa(model = myModel, data = myData)
  summary(fit, fit.measures = TRUE)
```

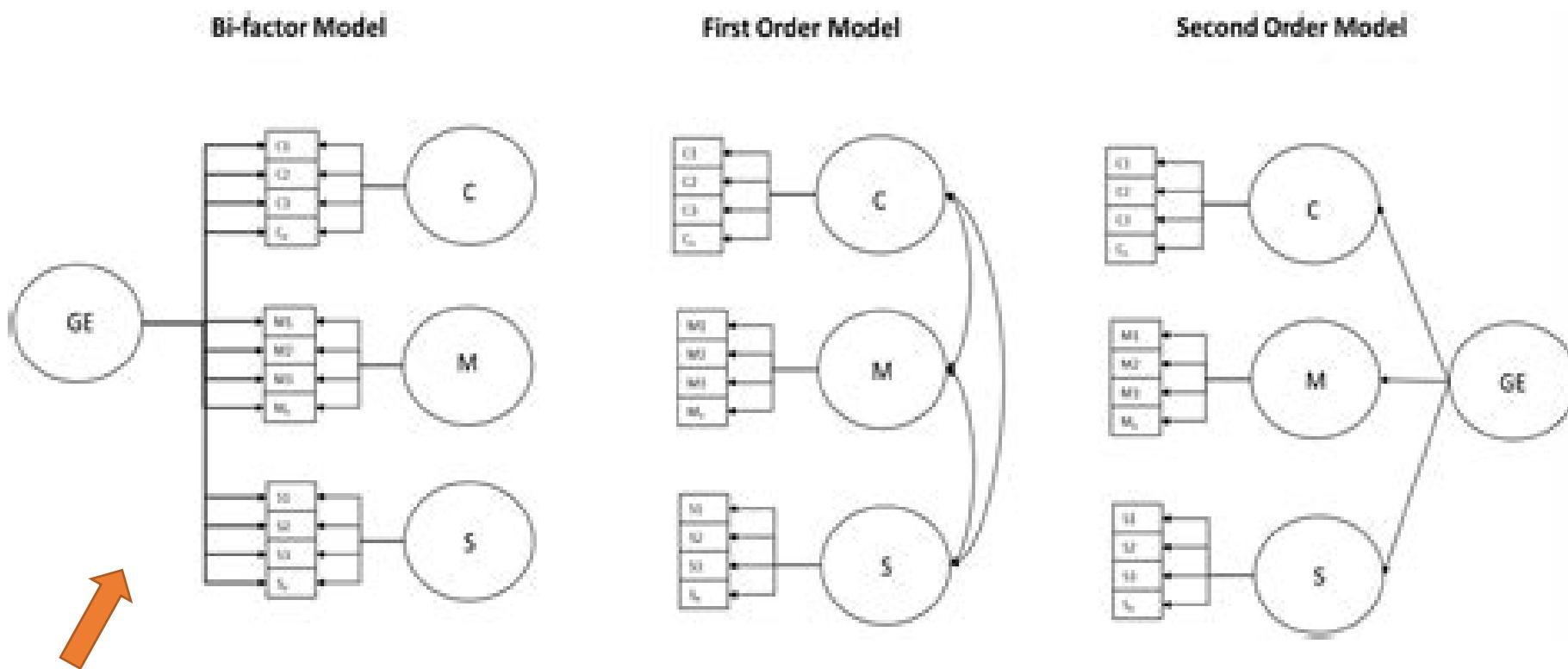
- you can choose between a user-friendly interface in combination with the fitting functions `cfa()` and `sem()` or a low-level interface using the fitting function `lavaan()` where 'defaults' do not get in the way
- convenient arguments (eg. `group.equal="loadings"`) simplify many common tasks (eg. measurement invariance testing)
- lavaan outputs all the information you need: a large number of fit measures, modification indices, standardized solutions, and technical information that is stored in a fitted `lavan` object

El paquete lavaan

lavaan provides many advanced options

- full support for meanstructures and multiple groups
- several estimators are available: ML (and robust variants MLM, MLMV, MLR), GLS, WLS (and robust variants DWLS, WLSM, WLSMV), ULS (ULSM, ULMV), DLS, and pairwise ML (PML)
- standard errors: standard, robust/huber-white/sandwich, bootstrap
- test statistics: standard, Satorra-Bentler, Yuan-Bentler, Satterthwaite, scaled-shifted, Bollen-Stine bootstrap
- missing data: FIML estimation
- linear and nonlinear equality and inequality constraints
- full support for analyzing **categorical data**: lavaan (from version 0.5 onwards) can handle any mixture of binary, ordinal and continuous observed variables
- (from version 0.6 onwards): support for **multilevel level SEM**

Medición multidimensional



Estimación de
Omega!

Próxima clase

- Instalar/actualizar R y Rstudio
- Instalar el paquete: lavaan *install.packages (“lavaan”)*
- Instalar el paquete: semTools
- Instalar el paquete: psych

