VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

idocal Instituto de Investigación en Psicología de los RRRHH, del Desarrollo organizacional y de la Calidad de Vida Laboral

Análisis de datos longitudinales mediante modelos de curvas de crecimiento con SPSS

Vicente González-Romá
Inés Tomás Marco

19 Junio 2018

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   - 4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   - 4.2. Modelo de crecimiento lineal
   - 4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   - 4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   - 4.5. Modelo de intercepto como resultado
   - 4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

1. Introducción

¿El bienestar es estable,

o

T1 T2 T3

cambia a lo largo del tiempo?

Muchos de los fenómenos que estudiamos son dinámicos, y cambian a lo largo del tiempo

Si hay cambio,

¿la trayectoria es lineal

T1 T2 T3

o

no lineal?

¿Qué variables explican el cambio del bienestar

a lo largo del tiempo?

Si hay cambio,

¿todos los sujetos siguen la misma trayectoria

o

cambia a través de los sujetos?

T1 T2 T3

¿Qué variables explican las diferencias de trayectorias entre sujetos?

Los diseños longitudinales permiten estudiar el cambio a lo largo del tiempo, y mucho más….

Satisfacción de las necesidades psicológicas básicas (SNPB):

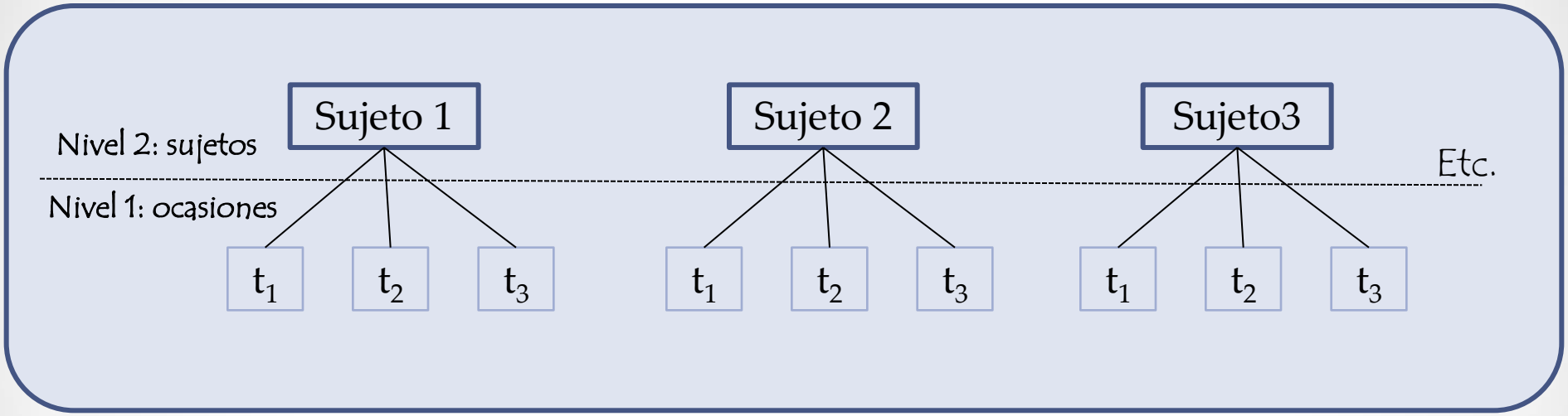
- **Autonomía:** *"Cuando juego al fútbol me siento libre de expresar mis ideas y opiniones"*
- **Competencia:** *"Creo que soy bastante bueno en el fútbol"*
- **Relación:** *"Cuando juego al fútbol me siento apoyado"*

- ¿Todos los deportistas tienen igual nivel de Competencia a principio de temporada?
- ¿La SN Competencia de los deportistas cambia a lo largo de la temporada?
- ¿Hay diferentes patrones de cambio?
- Si hay diferencias iniciales, ¿qué variables nos ayudan a predecir esas diferencias?
- Si hay cambio, ¿qué variables nos ayudan a predecir ese cambio?
- Si hay diferentes patrones de cambio, ¿qué variables nos pueden ayudar a predecirlos?

2. Estudio del cambio en diseños longitudinales

El estudio del cambio no es algo nuevo, pero…

en los estudios longitudinales, tenemos una estructura de datos anidados:



- Las observaciones no son independientes (las respuestas de los mismos sujetos tenderá a estar correlacionadas)
- Se viola el supuesto básico de independencia que subyace al modelo clásico de regresión (OLS)

Es necesario utilizar modelos lineales jerárquicos (hierarchical linear models)

- **Modelos de curvas de crecimiento** (Growth Curve Models)

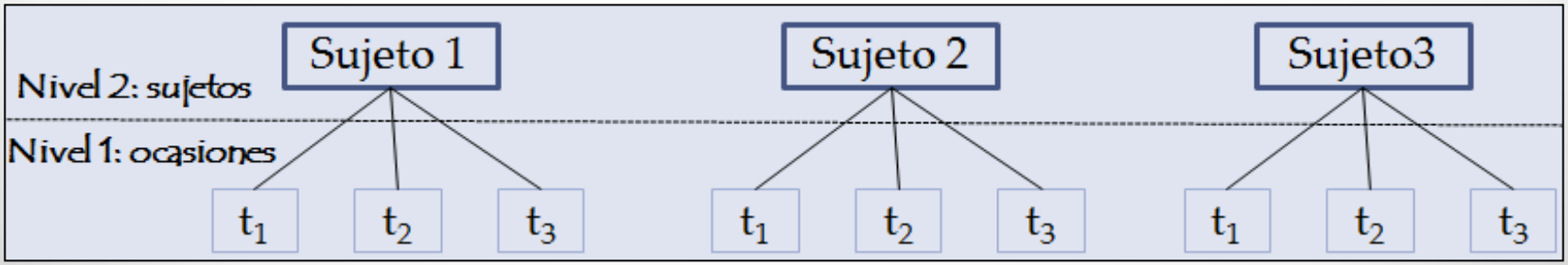
Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

2. Modelos multinivel

Nos permiten:

- Estimar relaciones entre variables que se encuentran en diferente niveles, asumiendo que:
  - Los datos tienen una estructura anidada
  - Las respuestas no son independientes
- Modelar simultáneamente:
  - Variación a nivel 1 (within-individual)
  - Variación a nivel 2 (between-individual)
- Incluir predictores a diferentes niveles

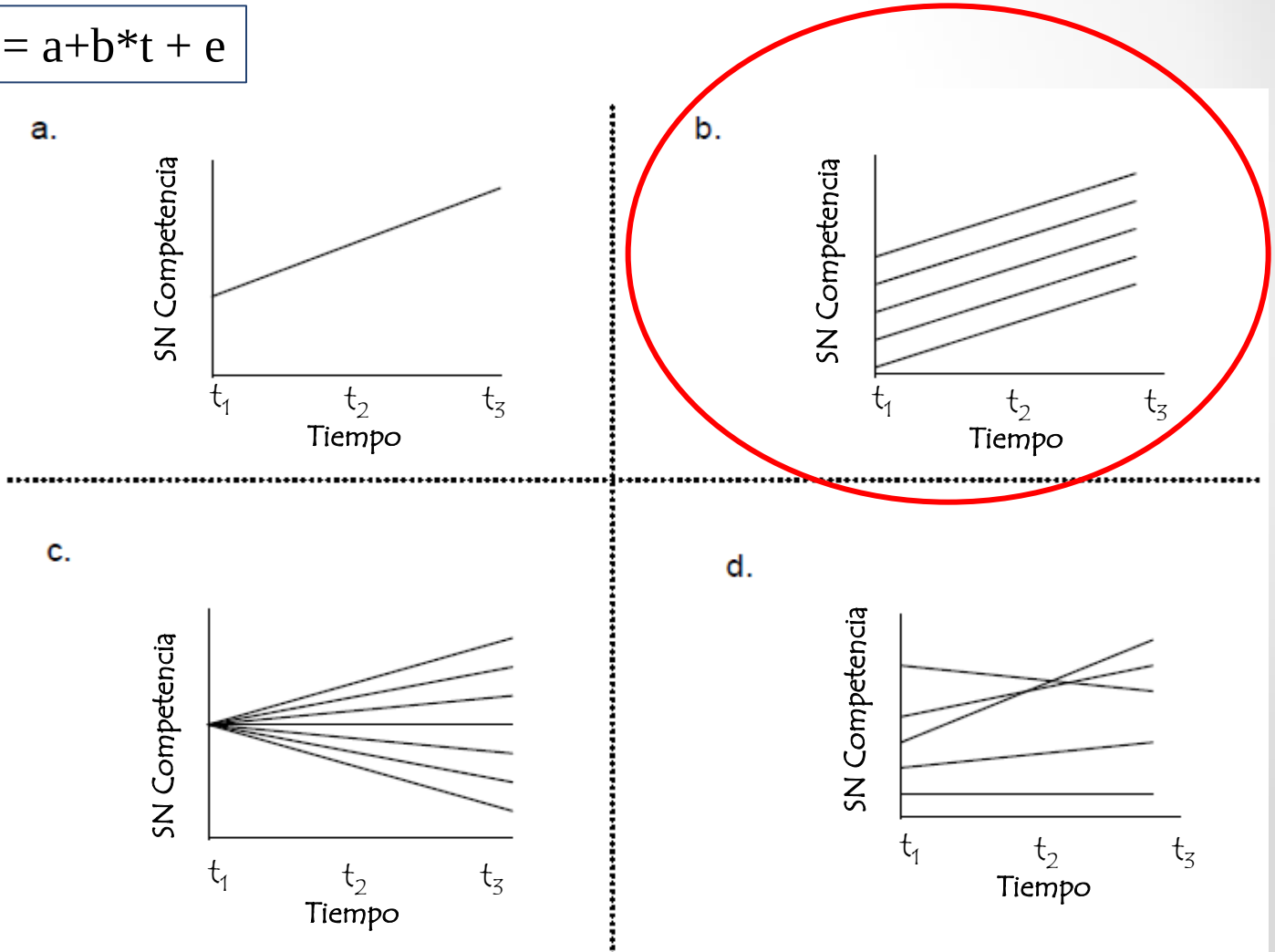


Ejemplo: Estudio del cambio en el nivel de SN Competencia a lo largo de la temporada

- ¿Todos los deportistas tienen igual nivel de Competencia a principio de temporada? NO
- ¿La Competencia de los deportistas cambia a lo largo de la temporada? SI, aumenta.
- ¿Hay diferentes patrones de cambio? NO, todos aumentan igual.

$$Y = a+b*t + e$$

Algunas posibles situaciones:

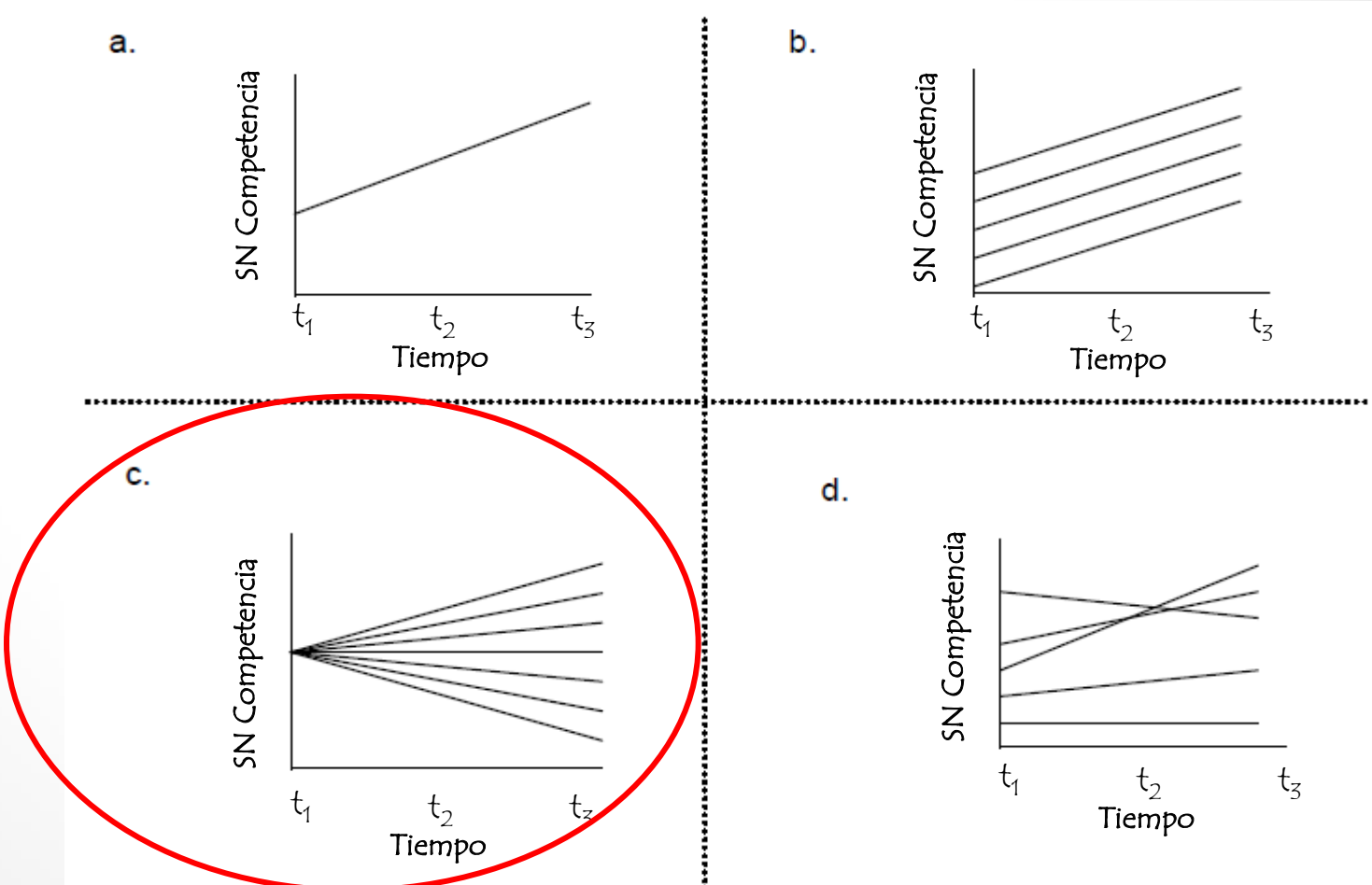


Ejemplo: Estudio del cambio en el nivel de SN Competencia a lo largo de la temporada

- ¿Todos los deportistas tienen igual nivel de Competencia a principio de temporada? SI
- ¿La Competencia de los deportistas cambia a lo largo de la temporada? SI
- ¿Hay diferentes patrones de cambio? SI, para unos aumenta, para otros disminuye, para otros no cambia.

$$Y = a+b*t + e$$

Algunas posibles situaciones:

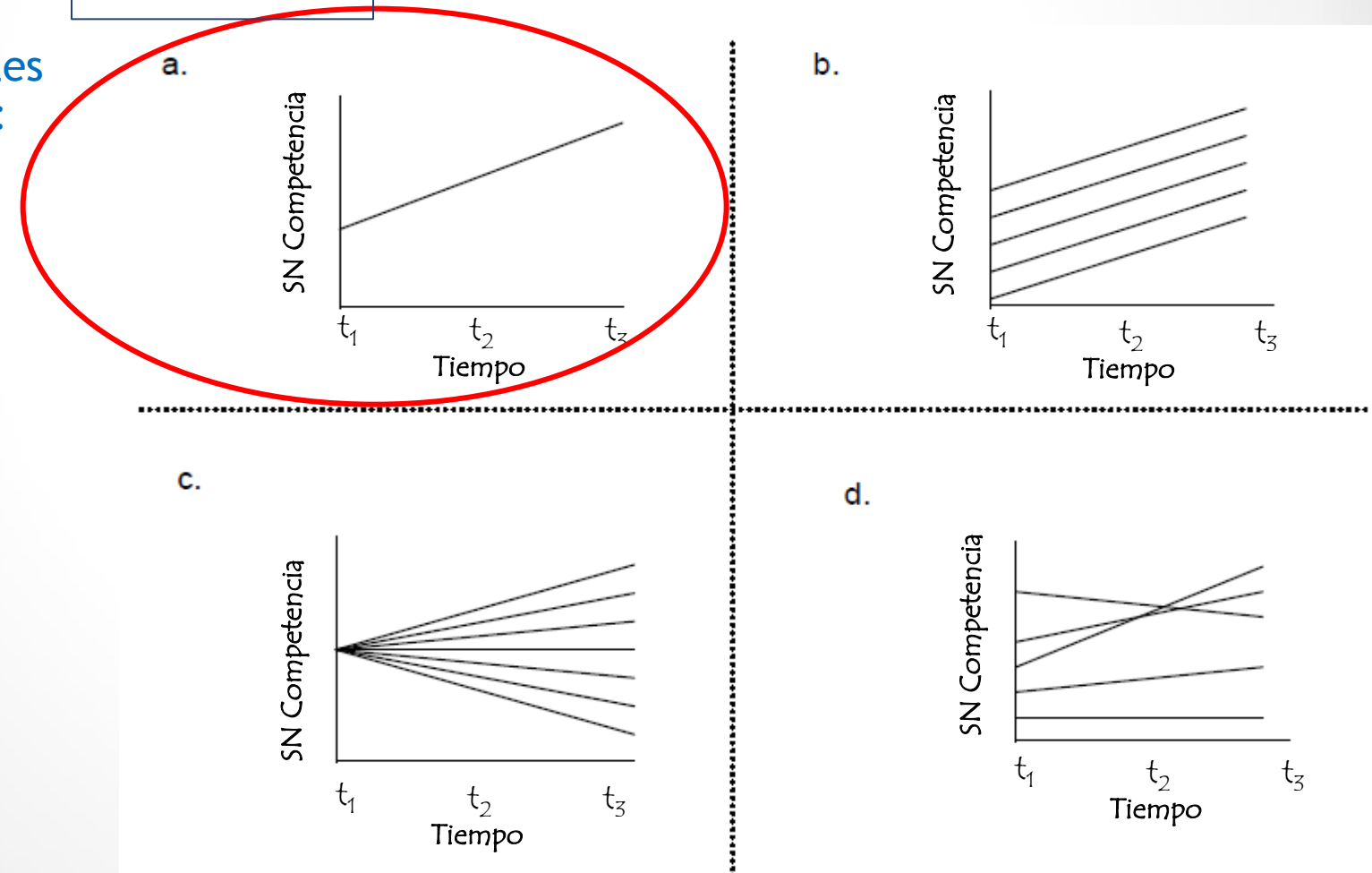


Ejemplo: Estudio del cambio en el nivel de SN Competencia a lo largo de la temporada

- ¿Todos los deportistas tienen igual nivel de Competencia a principio de temporada? SI
- ¿La Competencia de los deportistas cambia a lo largo de la temporada? SI, aumenta
- ¿Hay diferentes patrones de cambio? NO, todos aumentan igual.

$$Y = a+b*t + e$$

Algunas posibles situaciones:

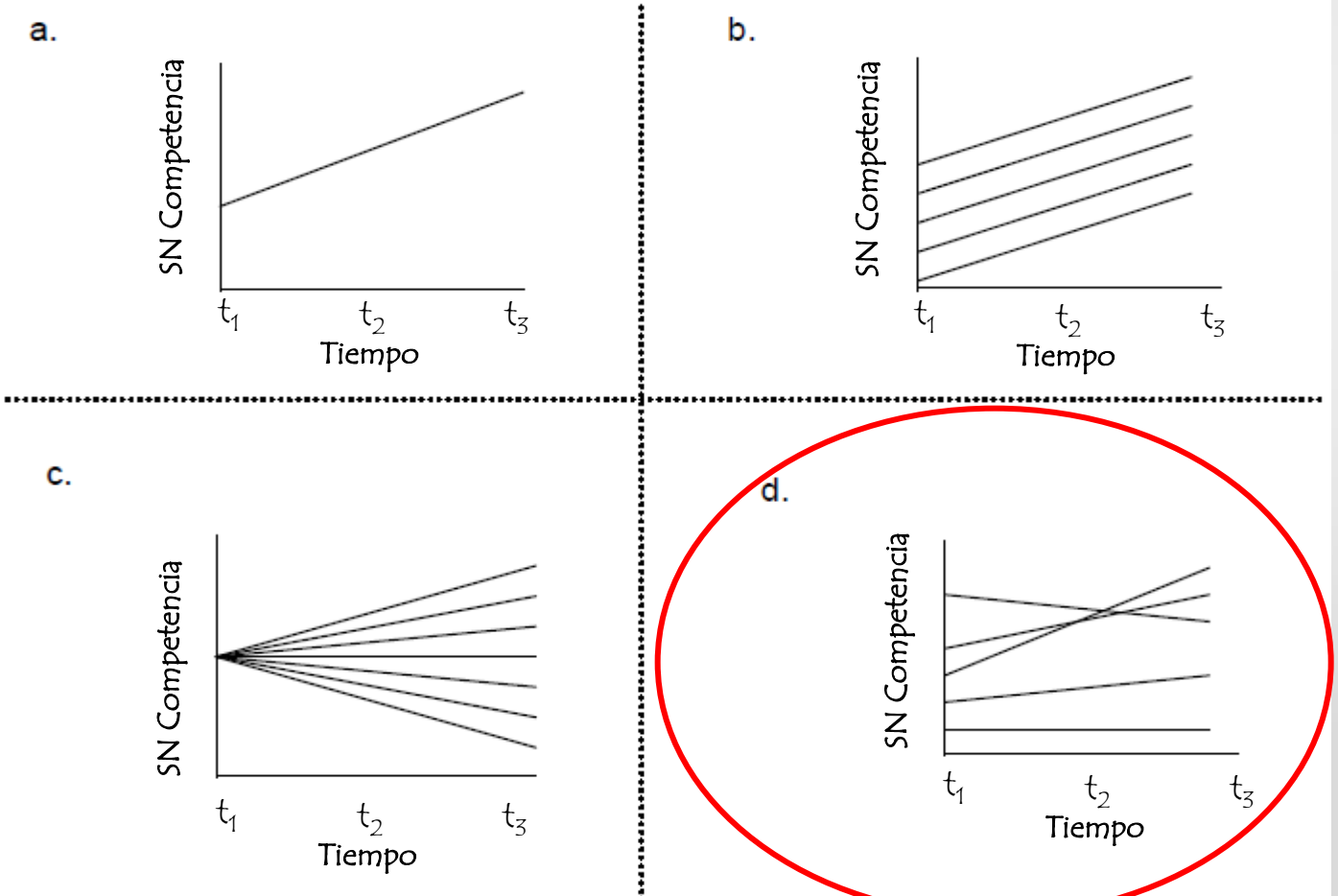


Ejemplo: Estudio del cambio en el nivel de SN Competencia a lo largo de la temporada

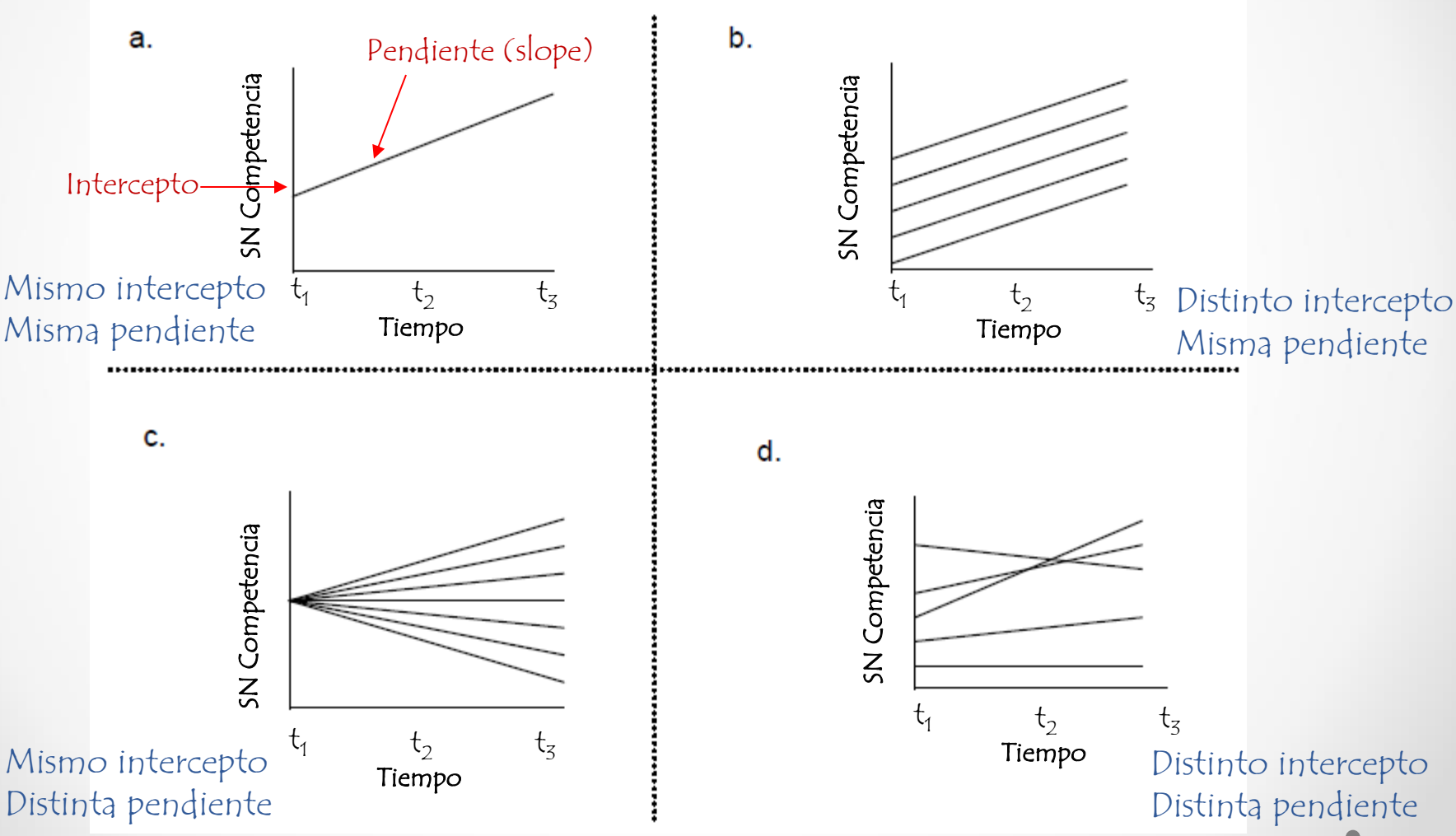
- ¿Todos los deportistas tienen igual nivel de Competencia a principio de temporada? NO
- ¿La Competencia de los deportistas cambia a lo largo de la temporada? SI
- ¿Hay diferentes patrones de cambio? SI, para unos aumenta, para otros disminuye, para otros no cambia.

$$Y = a+b*t + e$$

Algunas posibles situaciones:



- INTERCEPTO = Nivel inicial
- PENDIENTE (slope) = Patrón de cambio



La ecuación de regresión $\boxed{Y = a+b*t + e}$

puede expresarse de tal modo que tenga en cuenta

la estructura anidada de los datos:

$$\boxed{Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}}$$

Y_{ij} = puntuación individual del sujeto *j* en el tiempo *i*

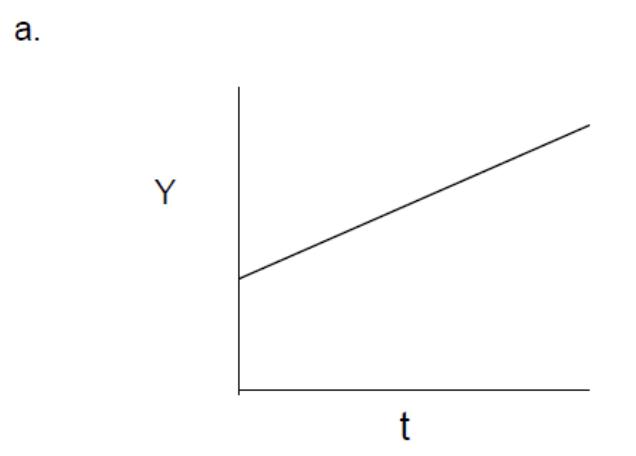
t_{ij} = valor del tiempo para el sujeto *j* en el tiempo *i* (t = 0, 1, 2,…)

β_{0j} = intercepto de la regresión estimado para cada sujeto *j*

β_{1j} = pendiente de la regresión estimada para cada sujeto *j*

r_{ij} = término residual

Si observamos este patrón:



$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{01} = \beta_{02} = \ldots = \beta_{0j} = \beta_0$$

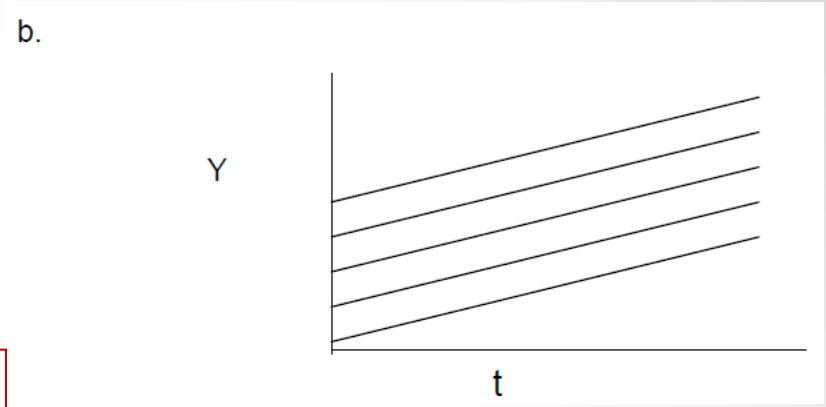
$$\beta_{11} = \beta_{12} = \ldots = \beta_{1j} = \beta_1$$

La ecuación de regresión se puede reescribir de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 t_{ij} + r_{ij}$$

β_0 y β_1 no varían a través de los sujetos

Si observamos este patrón:



$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{01} \neq \beta_{02} \neq \ldots \neq \beta_{0j}$$

$$\beta_{11} = \beta_{12} = \ldots = \beta_{1j} = \beta_1$$

¿Hay alguna variable individual (ej. autoestima, AE) que explica esta variabilidad en β_{0j}?

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} AE_j + U_{0j}$$

γ_{00} = intercepto

γ_{01} = coeficiente de regresión que estima la relación entre AE_j y β_{0j}

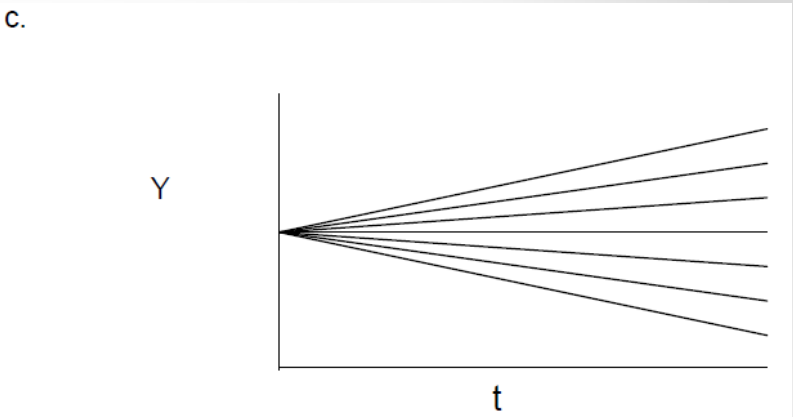
U_{0j} = término residual de nivel-2

La ecuación de regresión se puede reescribir de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 t_{ij} + r_{ij}$$

β_1 no varía a través de los sujetos

Si observamos este patrón:



$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{01} = \beta_{02} = \ldots = \beta_{0j} = \beta_0$$

$$\beta_{11} \neq \beta_{12} \neq \ldots \neq \beta_{1j}$$

¿Hay alguna variable individual (ej. resiliencia, R) que explica esta variabilidad en β_{1j}?

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} R_j + U_{1j}$$

γ_{10} = intercepto

γ_{11} = coeficiente de regresión que estima la relación entre R_j y β_{1j}

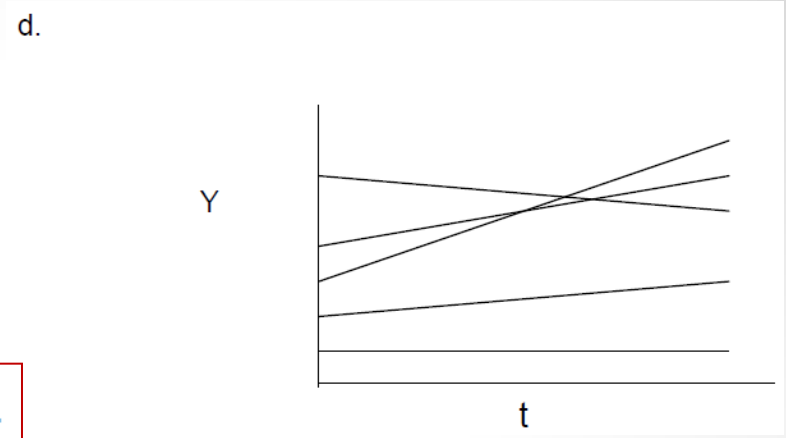
U_{1j} = término residual de nivel-2

La ecuación de regresión se puede reescribir de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

- β_0 no varía a través de los sujetos

Si observamos este patrón:



$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{01} \neq \beta_{02} \neq \ldots \neq \beta_{0j}$$

$$\beta_{11} \neq \beta_{12} \neq \ldots \neq \beta_{1j}$$

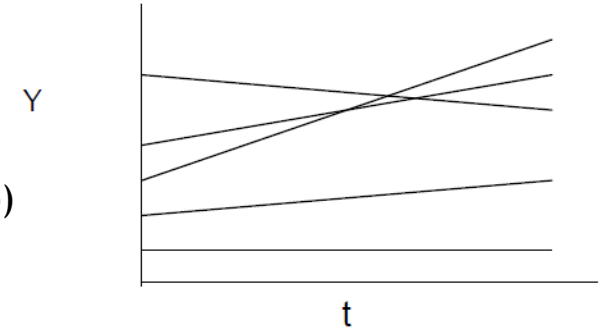
¿Hay variables individuales que explican esta variabilidad en β_{0j} y β_{1j}?

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} AE_j + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} R_j + U_{1j}$$

Tipos de ecuaciones:

d.



Tipo 1:

- La VD es de nivel 1 (ocasiones)
- Modela relaciones intra-sujeto (cambio a través del tiempo)

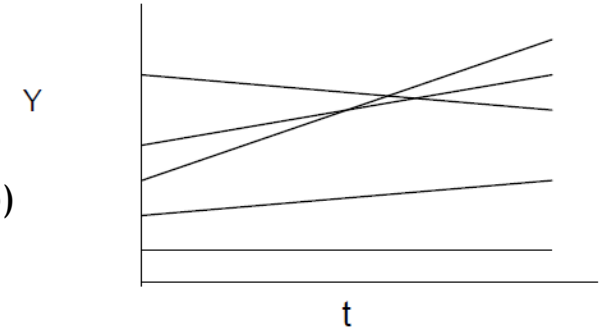
$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} AE_j + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} R_j + U_{1j}$$

Tipos de ecuaciones:

d.



Tipo 1:

- La VD es de nivel 1 (ocasiones)
- Modela relaciones intra-sujeto (cambio a través del tiempo)

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} AE_j + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} R_j + U_{1j}$$

Tipo 2:

- La VD es de nivel 2
  (un intercepto o una pendiente para un sujeto j)
- Modela la variación entre-sujetos
  (cómo los parámetros que caracterizan la relación entre Y_{ij} y t_{ij} (ej. β_{0j} y β_{1j}) varían a través de los sujetos)

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

3. Tipos de efectos

Coeficientes aleatorios:
Estimadores de parámetros que pueden variar a través de los sujetos (unidades de nivel 2).
Tienen subíndice j.

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} AE_j + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} R_j + U_{1j}$$

Efectos fijos:
Estimadores de parámetros que no varían a través de los sujetos (unidades de nivel 2).
No tienen subíndice *j*.

Efectos aleatorios:
Términos residuales de cada nivel.
Se asume que son variables aleatorias con:

	r_{ij}	U_{0j}	U_{1j}
Media	0	0	0
Varianza	σ^2	$\sigma^2_{\tau_{00}}$	$\sigma^2_{\tau_{11}}$

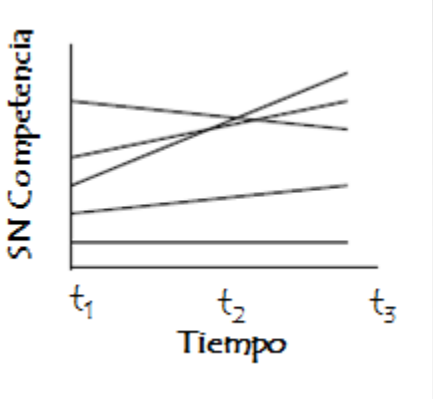
Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

Ejemplo: Estudio del cambio en la percepción de Competencia a lo largo de la temporada

Escala de Competencia Percibida en el deporte (Balaguer et al., 2008)
del Cuestionario de Motivación Intrínseca (McAuley et al., 1989)
Escala Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 7 (totalmente de acuerdo)

1. Creo que soy bastante bueno/a en mi deporte
2. Estoy satisfecho/a con lo que puedo hacer en mi deporte
3. Soy bastante hábil en mi deporte
4. Yo puedo dominar las habilidades deportivas después de haberlas practicado durante un tiempo
5. No puedo hacerlo (actuar, ejecutar) muy bien en mi deporte



Hipótesis 1: *La trayectoria de crecimiento de la percepción de competencia es lineal y positiva (la relación entre* ***percepción de competencia*** *y* ***tiempo*** *es lineal y positiva).*

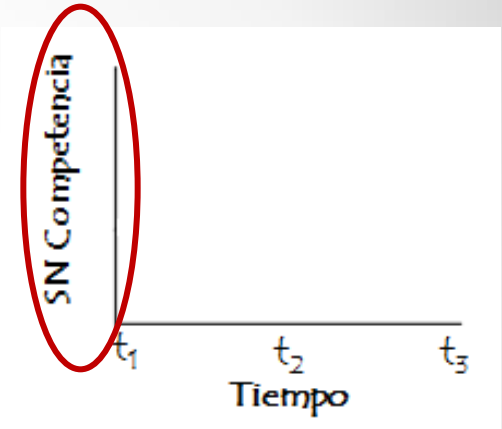
Hipótesis 2: *La* ***autoestima*** *predice positivamente las diferencias entre individuos en los* ***niveles iniciales de competencia deportiva****, de modo que aquellos que tienen mayor autoestima, tienen niveles iniciales de percepción de competencia más altos que aquellos que tienen menor autoestima.*

Hipótesis 3: *La* ***resiliencia*** *predice positivamente el crecimiento de la percepción de competencia a lo largo del tiempo, de modo que las* ***trayectorias de crecimiento lineal*** *de competencia serán más positivas para los deportistas con mayor resiliencia que para los deportistas con resiliencia menor.*

4.1. Modelo de interceptos aleatorios

Objetivo:

- Estimar la variabilidad intra-sujetos en la VD
- Estimar la variabilidad entre-sujetos en la VD
- Estimar el CCI



	id	Tiempo	SNC	AEST	SNR
1	1	1	5,40	7,00	3,40
2	1	2	4,00	7,00	1,00
3	1	3	4,60	7,00	2,60
4	2	1	5,40	5,83	6,20
5	2	2	5,60	4,67	5,80
6	2	3	5,80	5,00	6,00
7	3	1	5,40	5,50	6,40
8	3	2	5,40	5,83	5,40
9	3	3	5,20	5,67	6,20
10	4	1	3,00	4,67	4,00
11	4	2	4,20	3,50	7,00
12	4	3	4,40	4,33	5,00

4.1. Modelo de interceptos aleatorios

Modelo de Nivel 1 (ocasiones):

- No hay predictor de nivel 1

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

β_{0j} = intercepto aleatorio para cada sujeto (media individual en la VD)

r_{ij} = término residual. Distribución N(0,σ^2)

Si σ^2 es estadísticamente significativa

→ la variabilidad intra-sujetos a través del tiempo es relevante

Modelo de Nivel 2 (sujetos):

- Tampoco hay predictores

γ_{00} = grand mean

U_{0j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{00}}$)

Si $\sigma^2_{\tau_{00}}$ es estadísticamente significativa

→ la variabilidad entre-sujetos es relevante. Hay diferencias entre las medias de los sujetos en la VD

4.1. Modelo de interceptos aleatorios

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

Modelo Integrado

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{U_{0j} + r_{ij}}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Asumiendo que U_{0j} y r_{ij} son independientes, podemos descomponer la varianza de la VD (Var):

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y_{ij}) &= \text{Var}(U_{0j} + r_{ij}) = \\ &= \sigma^2_{\tau_{00}} + \sigma^2 + 2\,\text{Cov}(U_{0j} + r_{ij}) = \\ &= \sigma^2_{\tau_{00}} + \sigma^2 \end{aligned}$$

Con esta información se puede obtener el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI):

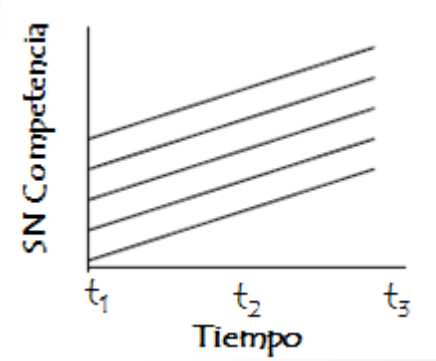
$$CCI = \frac{\sigma^2_{\tau_{00}}}{\sigma^2_{\tau_{00}} + \sigma^2}$$

Proporcion de la varianza de la VD debida a diferencias entre sujetos (variación entre-sujetos)

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

4.2. Modelo de crecimiento lineal

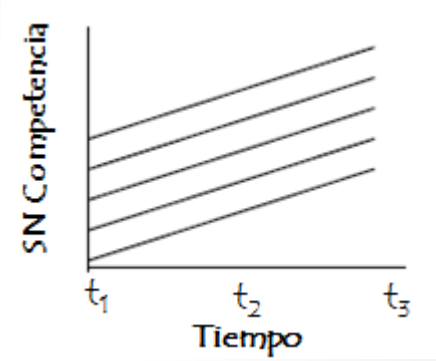


Objetivo:

¿Existe relación lineal entre la competencia y el tiempo?

- ¿ La percepción de competencia de los sujetos cambia a través del tiempo?
- ¿El cambio sigue una trayectoria lineal?

4.2. Modelo de crecimiento lineal



Modelo de Nivel 1 (ocasiones):

- Hay un predictor de nivel 1

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_1 = \gamma_{10}$$

Modelo de Nivel 2 (sujetos):

γ_{00} = grand mean (intercepto promedio para todos los sujetos)

γ_{10} = pendiente de la relación lineal entre competencia y tiempo (se asume que es igual para todos los sujetos)

U_{0j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{00}}$)

$\sigma^2_{\tau_{00}}$ representa la variabilidad entre-sujetos (diferencias entre las medias de los sujetos en la VD), tras controlar la relacion competencia-tiempo

4.2. Modelo de crecimiento lineal

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_1 = \gamma_{10}$$

Modelo Integrado

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + U_{0j} + \gamma_{10} t_{ij} + r_{ij}$$

Reordenando los términos

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{10} t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{U_{0j} + r_{ij}}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Si γ_{10} es estadísticamente significativo

→ Hay relación lineal entre el tiempo y la VD

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

4.3. Modelo de crecimiento no lineal

Objetivo: ¿El cambio sigue una trayectoria no lineal?

Modelo de Nivel 1 (ocasiones):

- Añadimos un nuevo predictor de nivel 1

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 t_{ij} + \beta_2 tsq_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j} \qquad \beta_1 = \gamma_{10} \qquad \beta_2 = \gamma_{20}$$

Modelo de Nivel 2 (sujetos):

γ_{00} = grand mean (intercepto promedio para todos los sujetos)

γ_{10} = pendiente de la relación lineal entre competencia y tiempo (se asume que es igual para todos los sujetos)

γ_{20} = pendiente de la relación no lineal (cuadrática) entre competencia y tiempo (se asume que es igual para todos los sujetos)

U_{0j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{00}}$)

$\sigma^2_{\tau_{00}}$ representa la variabilidad entre-sujetos (diferencias entre las medias de los sujetos en la VD), tras controlar la relacion competencia-tiempo

4.3. Modelo de crecimiento no lineal

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 t_{ij} + \beta_2 tsq_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_1 = \gamma_{10}$$

$$\beta_2 = \gamma_{20}$$

Modelo Integrado

$$Y_{ij} = \boxed{\gamma_{00} + U_{0j}} + \boxed{\gamma_{10}}\, t_{ij} + \boxed{\gamma_{20}}\, tsq_{ij} + r_{ij}$$

Reordenando los términos

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij} + \gamma_{20}\, tsq_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{U_{0j} + r_{ij}}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

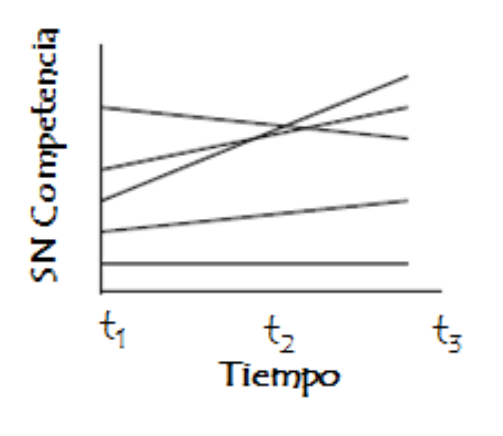
Si γ_{20} es estadísticamente significativo

→ Hay un efecto cuadrático del tiempo en la VD

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

4.4. Modelo de pendientes aleatorias



Objetivo:

Si los datos muestran una trayectoria de crecimiento lineal,

- ¿ Hay diferencias en la trayectoria de cambio entre los sujetos?

¿Las pendientes de la relación competencia-tiempo varían a través de los sujetos?

4.4. Modelo de pendientes aleatorias

Modelo de Nivel 1 (ocasiones):

- Permitimos que las pendientes varíen a través de los individuos

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + U_{1j}$$

Modelo de Nivel 2 (sujetos):

γ_{00} = intercepto promedio para todos los sujetos

γ_{10} = pendiente promedio de la relación lineal entre competencia y tiempo

U_{0j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{00}}$)

$\sigma^2_{\tau_{00}}$ representa la variabilidad entre-sujetos (diferencias entre las medias de los sujetos en la VD), tras controlar la relación competencia-tiempo

U_{1j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{11}}$)

$\sigma^2_{\tau_{11}}$ representa la variabilidad de las pendientes

Si $\sigma^2_{\tau_{11}}$ es estadísticamente significativa

→ Hay diferencias en la trayectoria lineal a través de los sujetos

4.4. Modelo de pendientes aleatorias

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + U_{1j}$$

Modelo Integrado

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + U_{0j} + (\gamma_{10} + U_{1j})\, t_{ij} + r_{ij}$$

Reordenando los términos

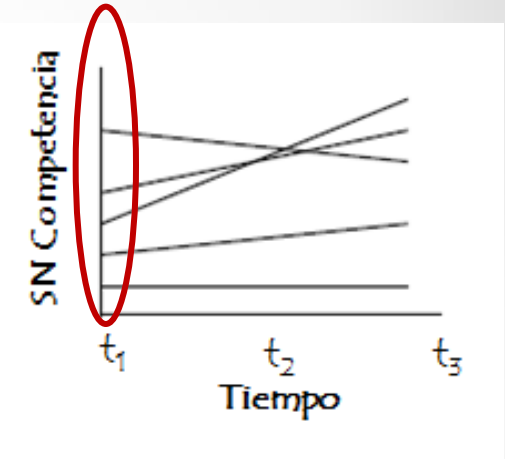
$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Para estimar la relevancia de $\sigma^2_{\tau_{11}}$ comparamos el estadístico de "ajuste" del modelo que asume que las pendientes varían (M4) con el del modelo que asume pendientes fijas (M2)

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

4.5. Modelo de intercepto como resultado



Objetivo:

- ¿ Por qué hay sujetos que muestran valores iniciales de competencia mayores que otros?
- ¿Las diferencias observadas en los valores iniciales de competencia pueden ser predichas por alguna característica personal (ej. autoestima, AE)?

4.5. Modelo de intercepto como resultado

Modelo de Nivel 1 (ocasiones):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + U_{1j}$$

Modelo de Nivel 2 (sujetos):

- Incluimos autoestima (AE_j) como predictor de β_{0j}

γ_{00} = intercepto promedio para todos los sujetos

γ_{10} = pendiente promedio de la relación lineal entre competencia y tiempo

γ_{01} = coeficiente que estima la relación entre la competencia inicial del sujeto *j* (β_{0j}) y su autoestima

U_{0j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{00}}$)

U_{1j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{11}}$)

4.5. Modelo de intercepto como resultado

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + U_{1j}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + U_{0j}$$

Modelo Integrado

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + U_{0j} + (\gamma_{10} + U_{1j})\, t_{ij} + r_{ij}$$

Reordenando los términos

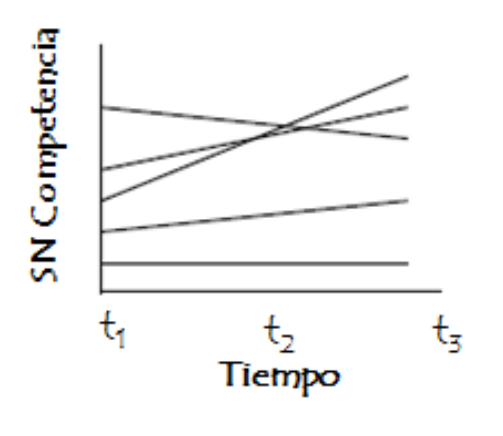
$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + \gamma_{10}\, t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

γ_{01} este coeficiente estima la relación entre una variable de nivel 2 (AE_j) y la VD de nivel 1 (Y_{ij}). Estima un efecto transnivel.

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

4.6. Modelo de pendiente como resultado



Objetivo:

- ¿ Por qué los sujetos muestran pendientes diferentes en la relación entre competencia y tiempo?
- ¿Las diferencias observadas en las pendientes de la relación competencia-tiempo pueden ser predichas por alguna característica personal (ej. resiliencia, R)?

4.6. Modelo de pendiente como resultado

Modelo de Nivel 1 (ocasiones):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}\, R_j + U_{1j}$$

Modelo de Nivel 2 (sujetos):

- Incluimos resiliencia (R_j) como predictor de β_{1j}

γ_{00} = intercepto promedio para todos los sujetos

γ_{10} = pendiente promedio de la relación lineal entre competencia y tiempo

γ_{01} = coeficiente que estima la relación entre la competencia inicial del sujeto *j* (β_{0j}) y su autoestima

γ_{11} = coeficiente que estima la relación entre la pendiente de la relación competencia-tiempo del sujeto *j* (β_{1j}) y su resiliencia (R_j)

U_{0j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{00}}$)

U_{1j} = término residual. Distribución N(0, $\sigma^2_{\tau_{11}}$)

4.6. Modelo de pendiente como resultado

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}\, R_j + U_{1j}$$

Modelo Integrado

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + U_{0j} + (\gamma_{10} + \gamma_{11}\, R_j + U_{1j})\, t_{ij} + r_{ij}$$

Reordenando los términos

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + \gamma_{10}\, t_{ij} + \gamma_{11}\, R_j * t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

γ_{11} este coeficiente estima el efecto en la VD del término producto [R_j * t_{ij}], compuesto por una variable de nivel 2 (R_j) y una variable de nivel 1 (t_{ij}). Estima una interacción transnivel.

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

5. Algunas aplicaciones

Judge, T. A., & Hurst, C. (2008). How the rich (and happy) get richer (and happier): relationship of core self-evaluations to trajectories in attaining work success. *Journal of Applied Psychology*, *93*(4), 849-863.

Judge y Hurst (2008) investigaron si las autoevaluaciones centrales (CSE) estaban relacionadas con las trayectorias de éxito en el trabajo, según lo medido por los cambios a lo largo de 25 años en satisfacción laboral, salario y prestigio ocupacional.
Centrándose en el **salario** (**P**),
estimaron la relación entre las **autoevaluaciones centrales de los individuos** (**CSE**) y:
1) niveles iniciales de salario, y
2) trayectorias de crecimiento lineal en salario.
Pusieron a prueba un modelo en el que tanto el intercepto como la pendiente, variaban a través de los sujetos.
Además, controlaron la influencia de **edad** (**A**), **sexo** (**S**) y **raza** (**R**) al predecir los niveles iniciales de salario.

Escribe el modelo multinivel puesto a prueba

Judge y Hurst (2008)

P_{ij} = salario (pay)
T_{ij} = tiempo (time)
A_j = edad (age)
S_j = sexo (sex)
R_j = raza (race)
CSE_j = autoevaluaciones centrales (core-self evaluations)

Modelo de Nivel 1 (ocasiones):

$$P_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, A_j + \gamma_{02}\, S_j + \gamma_{03}\, R_j + \gamma_{04}\, CSE_j + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}\, CSE_j + U_{1j}$$

Modelo de Nivel 2 (sujetos)

Modelo Integrado

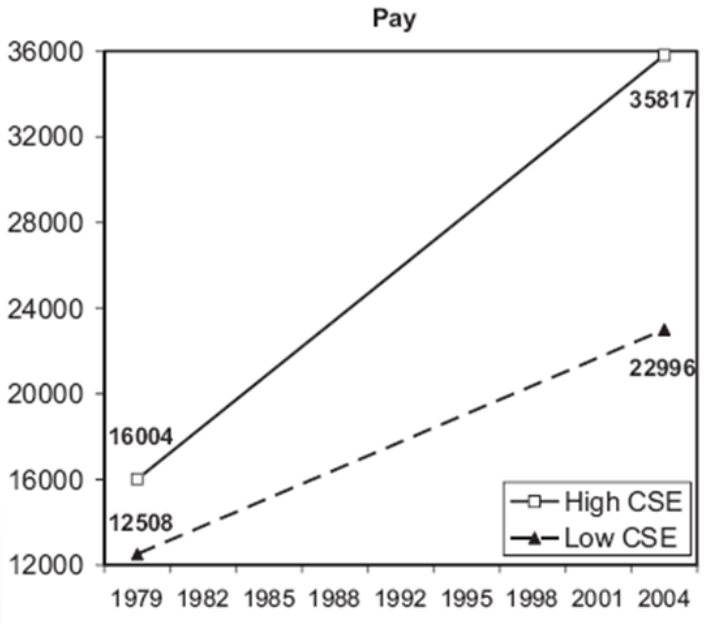
$$P_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, A_j + \gamma_{02}\, S_j + \gamma_{03}\, R_j + \gamma_{04}\, CSE_j + \gamma_{10}\, t_{ij} + \gamma_{11}\, CSE_j * t_{ij} + (U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})$$

Judge, T. A., & Hurst, C. (2008).

Results: Core self-evaluation as predictor of growth in pay

Parameter	Pay ($) *B*	*SE*	*t* ratio
Intercept (B0)			
Intercept, B00	−19,581.23	2,758.17	−7.10**
Age, B01	89.44	57.81	1.55
Sex (female = 1, male = 0), B02	−10,061.40	262.19	−38.38**
Race (White = 1, other = 0), B03	3,839.89	255.94	15.00**
Core self-evaluations, B04	11,948.99	369.70	32.32**
Slope of time on outcome (B1)			
Intercept, B10	−4,394.58	197.37	−22.27**
Core self-evaluations, B11	1,890.33	66.21	28.55**

Changes in pay over time as a function of CSEs



Judge, T. A., Klinger, R. L. & Simon, L. S. (2010). Time is on my side: Time, general mental ability, human capital, and extrinsic career success.
Journal of Applied Psychology. 95(1), 92-107.

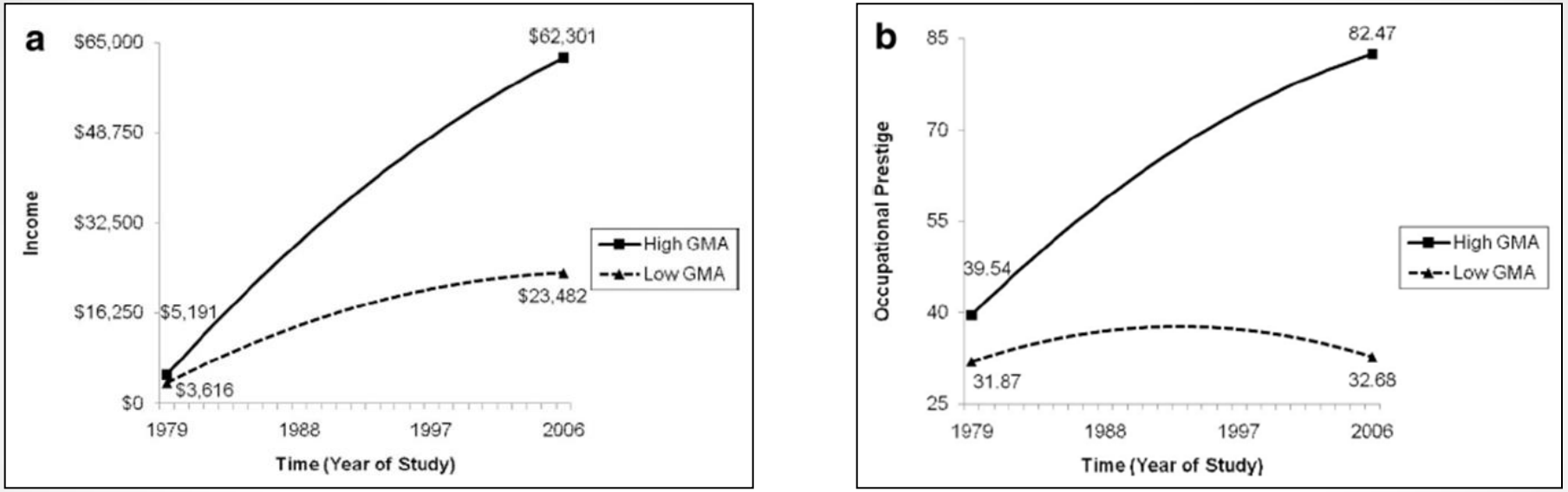


Figure 2. Within-individual changes in (a) income and (b) occupational prestige over time as a function of between-individual differences in general mental ability (GMA).

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

idocal Instituto de Investigación en Psicología de los RRRHH, del Desarrollo organizacional y de la Calidad de Vida Laboral

Análisis de datos longitudinales mediante modelos de curvas de crecimiento con SPSS

Vicente González-Romá
Inés Tomás Marco

19 Junio 2018

Contenidos

1. Introducción.
2. Modelos multinivel para el modelado de curvas de crecimiento.
3. Tipos de efectos.
4. Secuencia de modelos de referencia.
   4.1. Modelo de interceptos aleatorios
   4.2. Modelo de crecimiento lineal
   4.3. Modelo de crecimiento no lineal
   4.4. Modelo de pendientes aleatorias
   4.5. Modelo de intercepto como resultado
   4.6. Modelo de pendiente como resultado
5. Algunas aplicaciones.
6. Estimación de modelos con SPSS.

Estimación de modelos con SPSS

- **1. La estructura de la base de datos.**

  1.1. Reestructuración de la VD

  1.2. Centrado de las VIs

- **2. Ejercicio práctico guiado:**

  Modelo 1: Modelo de interceptos aleatorios

  Modelo 2: Modelo de crecimiento lineal

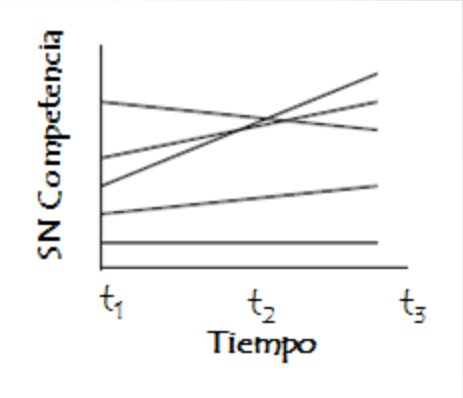
  Modelo 3: Modelo de crecimiento no lineal

  Modelo 4: Modelo de pendientes aleatorias

  Modelo 5: Modelo de intercepto como resultado

  Modelo 6: Modelo de pendiente como resultado

Ejemplo: Estudio del cambio en la percepción de Competencia a lo largo de la temporada



Escala de Competencia Percibida en el deporte (Balaguer et al., 2008)
del Cuestionario de Motivación Intrínseca (McAuley et al., 1989)
Escala Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 7 (totalmente de acuerdo)

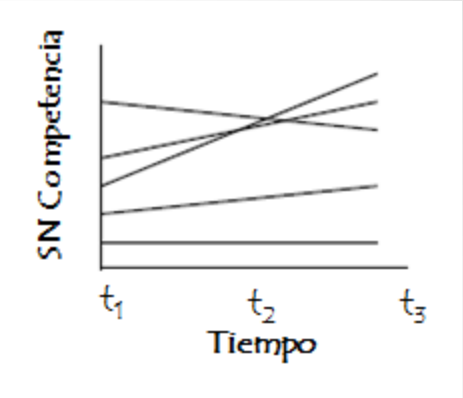
1. Creo que soy bastante bueno/a en mi deporte
2. Estoy satisfecho/a con lo que puedo hacer en mi deporte
3. Soy bastante hábil en mi deporte
4. Yo puedo dominar las habilidades deportivas después de haberlas practicado durante un tiempo
5. No puedo hacerlo (actuar, ejecutar) muy bien en mi deporte

Subescala de Aceptación (Richer y Vallerand, 1998)
de la Escala de **Necesidad de Relación**
Escala Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 7 (totalmente de acuerdo)

Cuando participo en mi deporte me siento…

1. apoyado/a
2. comprendido/a
3. escuchado/a
4. valorado/a
5. seguro/a

Ejemplo: Estudio del cambio en la percepción de Competencia a lo largo de la temporada



Hipótesis 1: *La trayectoria de crecimiento de la percepción de competencia es lineal y positiva (la relación entre* ***percepción de competencia*** *y* ***tiempo*** *es lineal y positiva).*

Hipótesis 2: *La* ***autoestima*** *predice positivamente las diferencias entre individuos en los* ***niveles iniciales de competencia deportiva****; aquellos con mayor autoestima tienen niveles iniciales de percepción de competencia más altos que aquellos que tienen menor autoestima.*

Hipótesis 3: *La* ***satisfacción de la necesidad de Relación (SNR)*** *predice positivamente el crecimiento de la percepción de competencia a lo largo del tiempo, de modo que las* ***trayectorias de crecimiento lineal*** *de competencia serán más positivas para los deportistas con mayor SNR que para los deportistas con SNR menor.*

1. La estructura de la base de datos

Habitualmente información individual: CADA FILA UN CASO

Ejemplo_SNC.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

29 :

	ID	Años	Curso	AE	SNR	SNC_T1	SNC_T2	SNC_T3
1	3	13	4	7,00	3,40	5,40	4,00	4,60
2	10	13	4	5,83	6,20	5,40	5,60	5,80
3	14	13	4	5,50	6,40	5,40	5,40	5,20
4	15	13	4	4,67	4,00	3,00	4,20	4,40
5	19	13	4	5,67	4,00	2,00	4,40	4,80
6	22	13	4	5,83	6,60	4,00	6,00	5,80
7	25	13	4	4,17	2,60	4,40	5,20	5,00
8	33	13	3	6,00	5,00	4,00	6,20	6,20
9	34	13	4	5,00	6,80	3,00	4,60	5,00
10	37	13	4	6,33	6,80	4,00	5,25	6,00
11	38	13	4	2,33	4,00	3,00	5,40	5,40
12	40	13	4	6,00	4,80	4,00	4,60	5,80
13	43	13	4	6,50	6,80	5,00	5,20	5,60
14	44	13	4	4,50	5,40	4,60	4,80	4,60
15	48	13	3	6,00	5,00	5,40	4,40	4,40
16	50	13	4	5,00	2,00	4,00	4,20	5,60
17	58	13	4	6,00	4,00	5,20	4,60	5,20

- Necesitamos reestructurar los datos en una estructura anidada

1. Reestructuración de la VD

Ejemplo_SNC.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana

29 :

	ID	_T1	SNC_T2
1	3	5,40	4,00
2	10	5,40	5,60
3	14	5,40	5,40
4	15	3,00	4,20
5	19	2,00	4,40
6	22	4,00	6,00
7	25	4,40	5,20
8	33	4,00	6,20
9	34	3,00	4,60
10	37	4,00	
11	38	3,00	
12	40	4,00	
13	43	5,00	
14	44	4,60	
15	48	5,40	
16	50	4,00	
17	58	5,20	

- Definir propiedades de variables...
- Definir nivel de medición para desconocido...
- Copiar propiedades de datos...
- Nuevo atributo personalizado...
- Definir fecha y hora...
- Definir conjuntos de respuestas múltiples...
- Identificar casos duplicados...
- Comparar conjuntos de datos...
- Ordenar casos...
- Ordenar variables...
- Transponer...
- Ajustar el ancho de las cadenas de distintos archivos
- Fusionar archivos
- Reestructurar...
- Ponderaciones Rake...
- Coincidencia de puntuación de propensión...
- Coincidencia de control de casos...
- Agregar...
- Diseño ortogonal

Asistente de reestructuración de datos

Bienvenido al Asistente de reestructuración de datos

Este asistente le ayudará a reestructurar los datos de varias variables (columnas) de un único caso y convertirlos en grupos de casos relacionados (filas) o viceversa, o puede seleccionar transponer los datos.

El asistente sustituye el conjunto de datos actual por los datos reestructurados. Tenga en cuenta que la reestructuración de los datos no se puede deshacer.

¿Qué desea hacer?

- Reestructurar variables seleccionadas en casos
  Utilice esta opción cuando cada caso de los datos actuales contenga una serie de variables que desea reorganizar, en el nuevo conjunto de datos, como grupos de casos relacionados.
- Reestructurar casos seleccionados en variables
  Utilice esta opción cuando disponga de grupos de casos relacionados entre sí, los cuales desea reorganizar de manera que los datos de cada grupo se representen, en el nuevo conjunto de datos, como un caso individual.
- Transponer todos los datos
  Todos los casos se convertirán en variables y las variables seleccionadas se convertirán en casos en el nuevo conjunto de datos. (Si selecciona esta opción finalizará el asistente y aparecerá el cuadro de diálogo de transposición).

< Anterior | Siguiente > | Finalizar | Cancelar | Ayuda

Asistente de reestructuración de datos - Paso 2 de 7

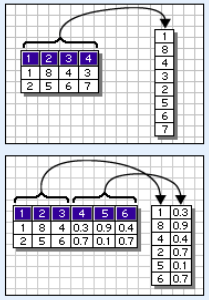
Variables en casos: Número de grupos de variables

Ha seleccionado reestructurar las variables seleccionadas en grupos de casos relacionados entre sí en el nuevo archivo.

Un grupo de variables relacionadas, llamado grupo de variables, representa mediciones de una variable.

Por ejemplo, la variable puede ser la anchura. Si se ha registrado en tres mediciones distintas, cada una representando un punto distinto en el tiempo (c1, c2 y c3), entonces los datos están organizados como un grupo de variables.

Si el archivo contiene más de una variable, a menudo también se encuentra registrada como un grupo de variables, por ejemplo, la altura, registrada en a1, a2 y a3.



¿Cuántos grupos de variables desea reestructurar?

- (•) Uno (por ejemplo, c1, c2 y c3)
- ( ) Más de uno (por ejemplo c1, c2, c3 y a1, a2, a3, etc.)

¿Cuántos? 2

< Anterior | Siguiente > | Finalizar | Cancelar | Ayu

Asistente de reestructuración de datos - Paso 3 de 7

Variables en casos: Seleccionar variables

Para cada grupo de variables que tenga en los datos actuales, el archivo reestructurado tendrá una variable objetivo.

En este paso, seleccione el modo de identificar grupos de casos en los datos reestructurados y seleccione las variables que pertenecen a cada variable objetivo.

De forma opcional, también puede seleccionar variables para copiar al nuevo archivo como Variables fijas.

Variables en el archivo actual:

- ID
- Edad [Años]
- Curso [Curso]
- Autoestima [AE]
- Relacion [SNR]
- Satisfacción Necesidad Competencia T1 [SNC_T1]
- Satisfacción Necesidad Competencia T2 [SNC_T2]
- Satisfacción Necesidad Competencia T3 [SNC_T3]

Identificación de grupos de casos

Utilizar número de caso

Nombre: Rid

Etiqueta...

Variables que se van a transponer

Variable objetivo: SNR

- Satisfacción Necesidad Competencia T1 [SNC_T1]
- Satisfacción Necesidad Competencia T2 [SNC_T2]
- Satisfacción Necesidad Competencia T3 [SNC_T3]

Variables fijas:

< Anterior | Siguiente > | Finalizar | Cancelar | Ayuda

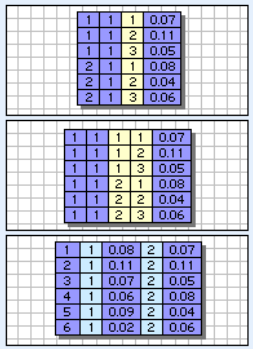
Asistente de reestructuración de datos - Paso 4 de 7

Variables en casos: Crear variables de índice

En los datos actuales, los valores de un grupo de variables se encuentran en un caso individual recogido en varias variables. Por ejemplo, un caso individual contiene los valores de c1, c2 y c3.

En los nuevos datos, los valores de un grupo de variables se encontrarán en varios casos recogidos en una variable individual. Por ejemplo, habrá tres casos para c1, c2 y c3, respectivamente.

Un índice es una nueva variable que identifica el grupo de nuevos casos creados a partir del caso original. Por ejemplo, un índice llamado "c" tendría los valores 1, 2 y 3.



¿Cuántas variables de índice desea crear?

- (•) Una
  Utilice esta opción cuando un grupo de variables registre los efectos de un único factor, tratamiento o condición.
- ( ) Más de una ¿Cuántas? 2
  Utilice esta opción cuando un grupo de variables registre los efectos de más de un factor, tratamiento o condición.
- ( ) Ninguno
  Utilice esta opción si la información de índice se almacena en uno de los conjuntos de variables que se va a transponer.

< Anterior | Siguiente > | Finalizar | Cancelar | Ayud

Asistente de reestructuración de datos - Paso 5 de 7

Variables en casos: Crear una variable de índices

Ha seleccionado crear una variable de índice. Los valores de la variable pueden ser números secuenciales o los nombres de las variables en un grupo.

En la tabla se puede especificar el nombre y la etiqueta para la variable de índice.

¿Qué tipo de valores de índice?

- (•) Números secuenciales
  Valores de índice: 1, 2, 3
- ( ) Nombres de variable
  Valores de índice: SNC_T1, SNC_T2, SNC_T3

Editar el nombre y la etiqueta de la variable de índice:

	Nombre	Etiqueta	Niveles	Valores de índice
1	Tiempo		3	1, 2, 3

< Anterior | Siguiente > | Finalizar | Cancelar | Ayuda

Asistente de reestructuración de datos: Paso 6 de 7

Variables en casos: Opciones

En este paso puede definir las opciones que se aplicarán al archivo de datos reestructurado.

Tratamiento de variables no seleccionadas

- ○ Colocar variables del nuevo archivo de datos
- ◉ Conservar y tratar como variables fijas

Valores vacíos o perdidos del sistema en todas las variables transpuestas

- ◉ Crear un caso en el nuevo archivo
- ○ Descartar los datos

Variable de recuento de casos

- ☐ Contar el número de casos nuevos creados por el caso de los datos actuales

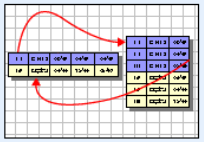
Nombre:

Etiqueta:

< Anterior | Siguiente > | Finalizar | Cancelar | Ayuda

Asistente de reestructuración de datos: Finalizar

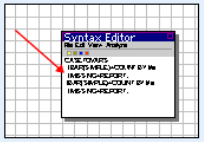
Finalizar



¿Qué desea hacer?

◉ Reestructurar los datos ahora

Utilice esta opción si desea reemplazar el archivo actual inmediatamente.

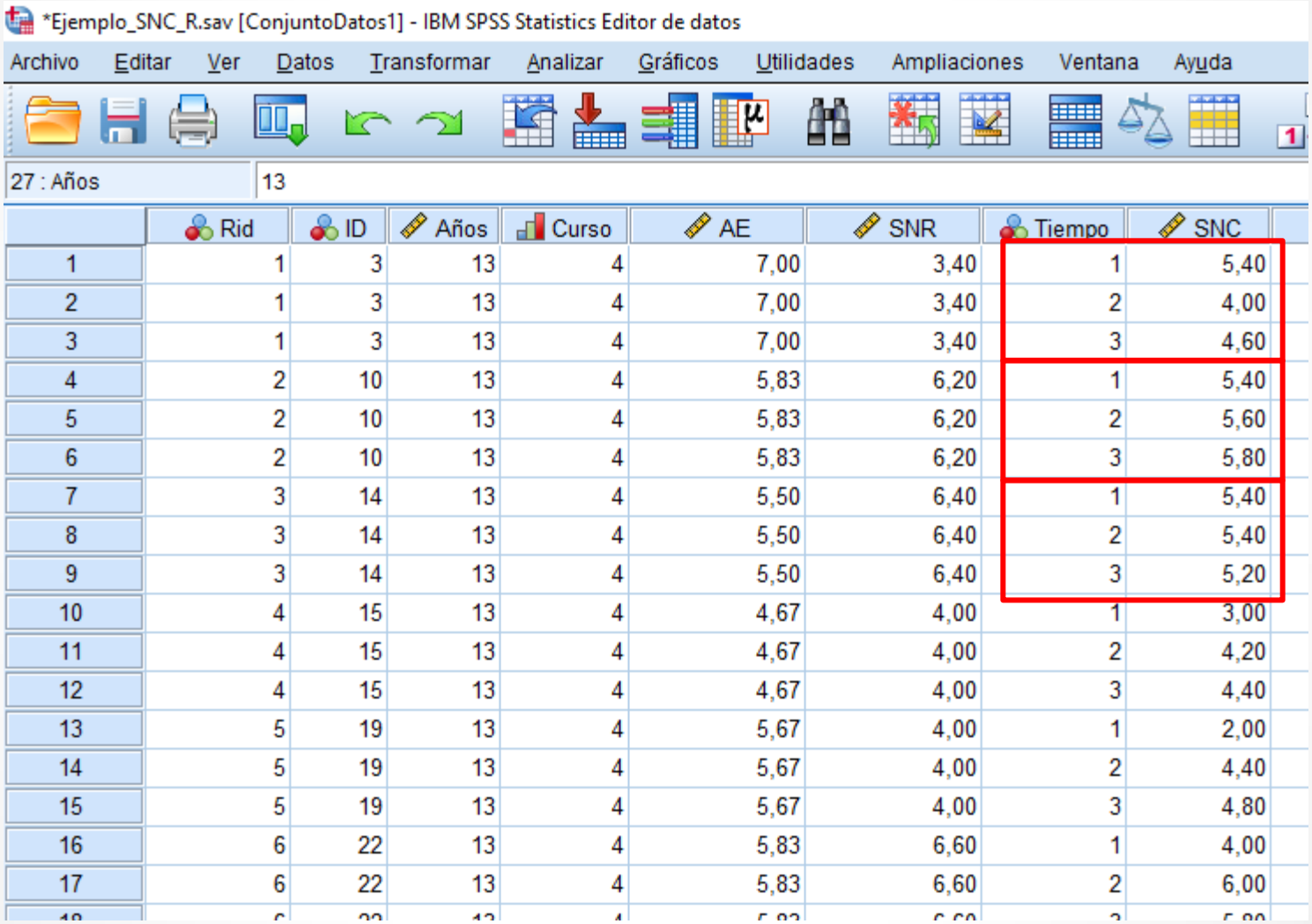


○ Pegar la sintaxis generada por el asistente en una ventana de sintaxis

Utilice esta opción si desea guardar o modificar la sintaxis antes de reestructurar los datos.

< Anterior | Siguiente > | Finalizar | Cancelar | Ayuda

Ya tenemos los datos en una estructura anidada



	Rid	ID	Años	Curso	AE	SNR	Tiempo	SNC
1	1	3	13	4	7,00	3,40	1	5,40
2	1	3	13	4	7,00	3,40	2	4,00
3	1	3	13	4	7,00	3,40	3	4,60
4	2	10	13	4	5,83	6,20	1	5,40
5	2	10	13	4	5,83	6,20	2	5,60
6	2	10	13	4	5,83	6,20	3	5,80
7	3	14	13	4	5,50	6,40	1	5,40
8	3	14	13	4	5,50	6,40	2	5,40
9	3	14	13	4	5,50	6,40	3	5,20
10	4	15	13	4	4,67	4,00	1	3,00
11	4	15	13	4	4,67	4,00	2	4,20
12	4	15	13	4	4,67	4,00	3	4,40
13	5	19	13	4	5,67	4,00	1	2,00
14	5	19	13	4	5,67	4,00	2	4,40
15	5	19	13	4	5,67	4,00	3	4,80
16	6	22	13	4	5,83	6,60	1	4,00
17	6	22	13	4	5,83	6,60	2	6,00

2. Centrado de las VIs

*Ejemplo_SNC_R.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones

	Rid	ID	Años	Curso	AE	SNR	Tiempo	SNC
1	1	3	13	4	7,00	3,40	1	5,40
2	1	3	13	4	7,00	3,40	2	4,00
3	1	3	13	4	7,00	3,40	3	4,60
4	2	10	13	4	5,83	6,20	1	5,40
5	2	10	13	4	5,83	6,20	2	5,60
6	2	10	13	4	5,83	6,20	3	5,80
7	3	14	13	4	5,50	6,40	1	5,40
8	3	14	13	4	5,50	6,40	2	5,40
9	3	14	13	4	5,50	6,40	3	5,20
10	4	15	13	4	4,67	4,00	1	3,00
11	4	15	13	4	4,67	4,00	2	4,20
12	4	15	13	4	4,67	4,00	3	4,40
13	5	19	13	4	5,67	4,00	1	2,00
14	5	19	13	4	5,67	4,00	2	4,40
15	5	19	13	4	5,67	4,00	3	4,80

Estas son las VI del modelo:

- Tiempo de nivel 1
- Autoestima (AE) y Relación (SNR) de nivel 2

Recuerda…

En Ciencias Sociales es frecuente investigar constructos (autoestima, liderazgo…) mediante indicadores (variables) con métricas arbitrarias que no tienen un valor cero interpretable (acuerdo-desacuerdo, satisfacción-insatisfacción).

Por ello se recurre al centrado de variables respecto a la media:

1. Grand Mean Centering, Centering at the Grand Mean (CGM)
2. Group Mean Centering, Centering Within Cluster (CWC)

En los modelos multinivel (Enders & Tofighi, 2007) se asume CWC para los predictores de N1, y CGM para los predictores de N2

CGM: $(X_{ij} - \overline{X_T})$

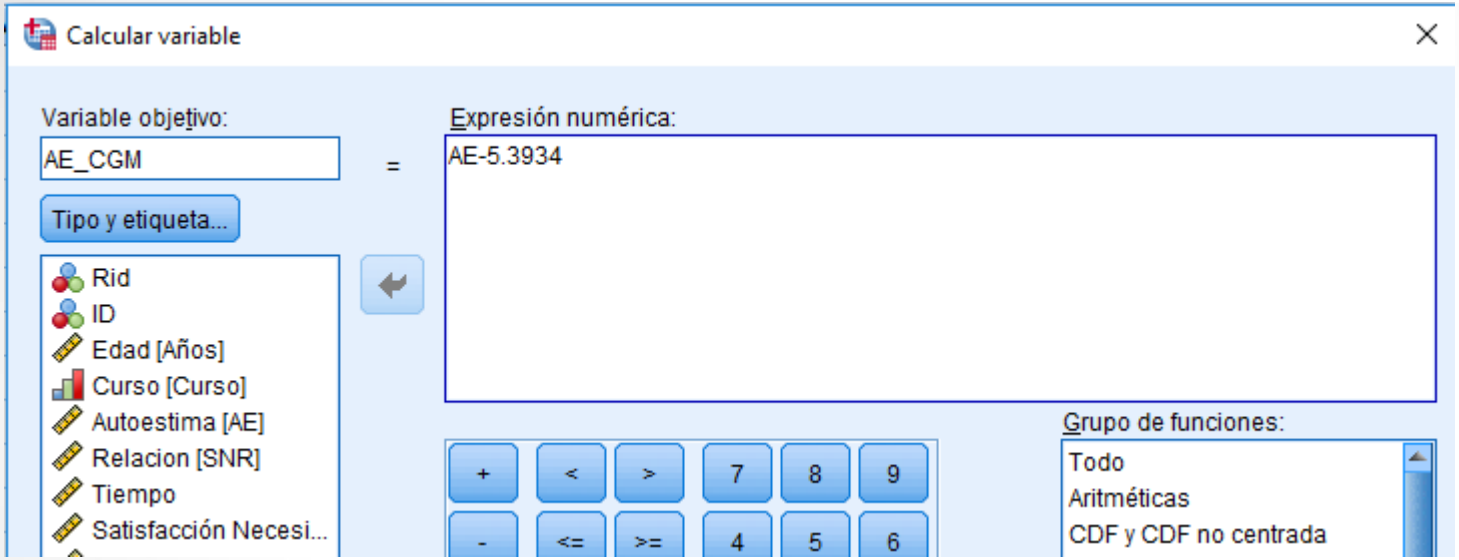
CWC: $(X_{ij} - \overline{X}_j)$

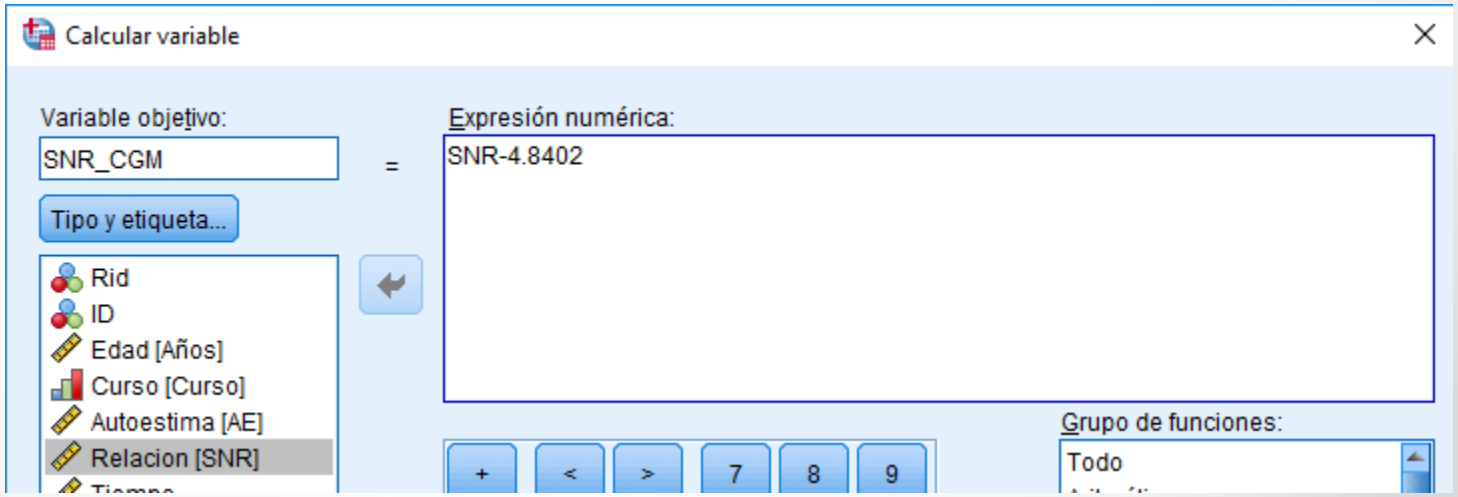
CGM: Centrado de los predictores de nivel 2

Autoestima (AE) y Relación (SNR)

Estadísticos descriptivos

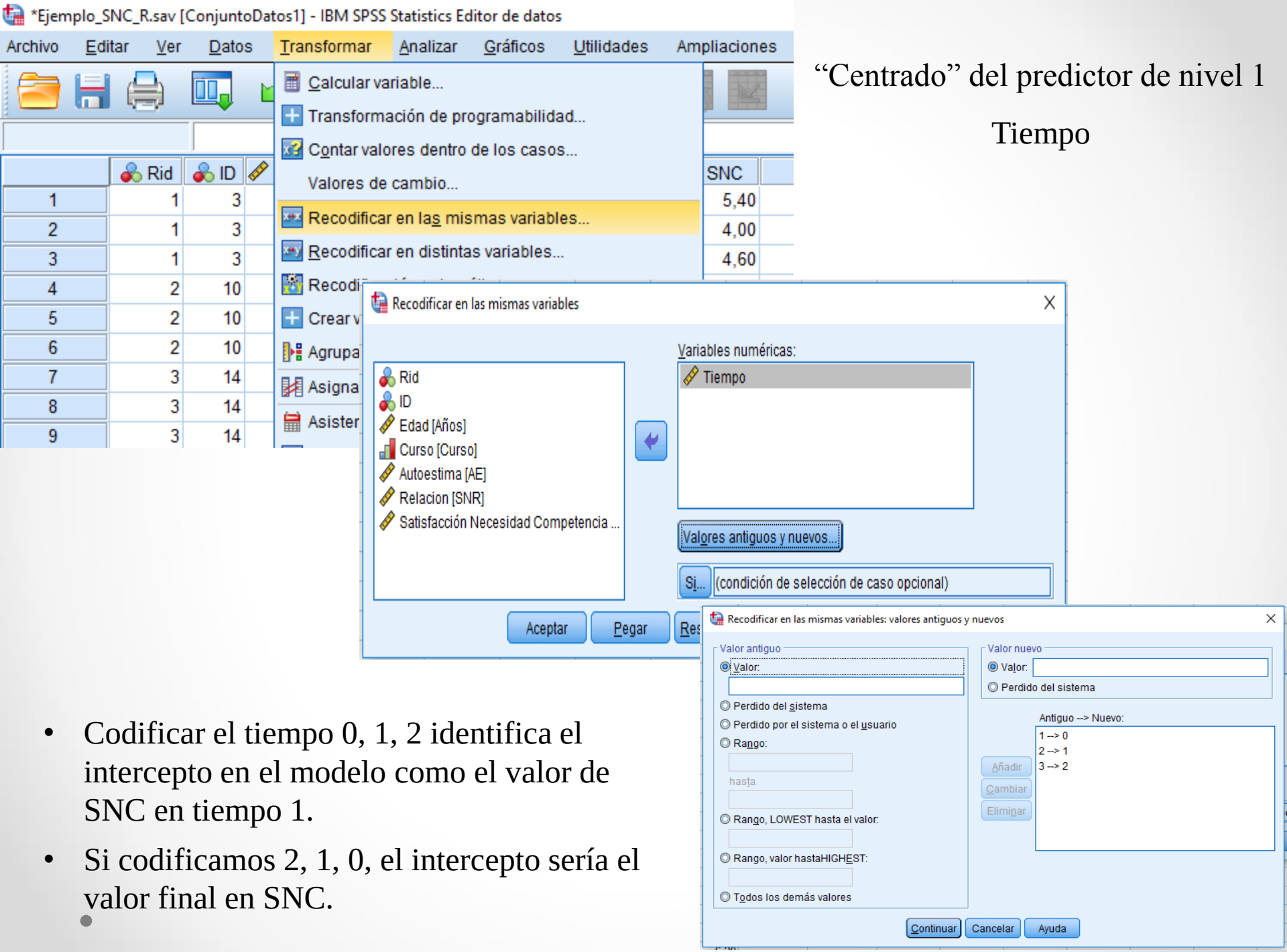
	N	Media
Autoestima	747	5,3934
Relacion	747	4,8402
N válido (por lista)	747	





“Centrado” del predictor de nivel 1

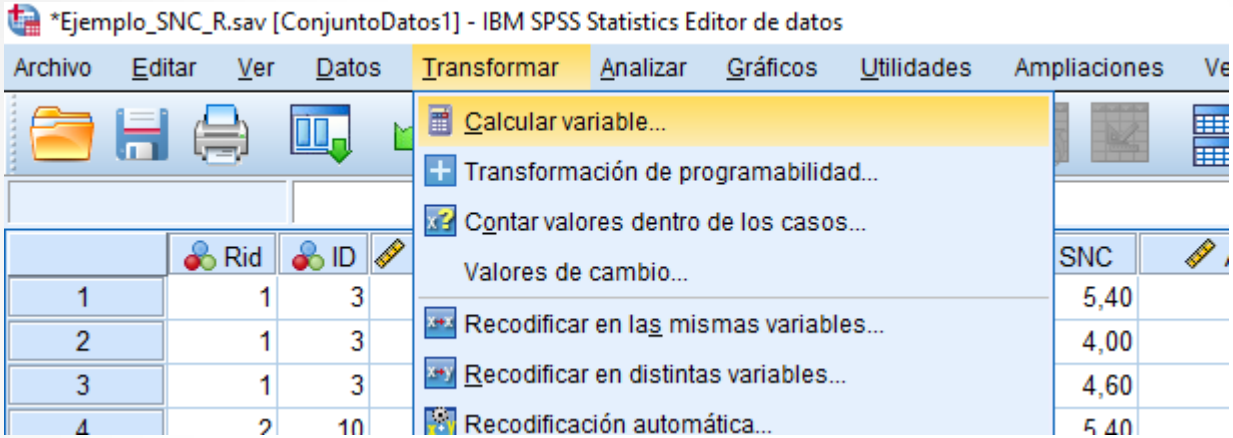
Tiempo

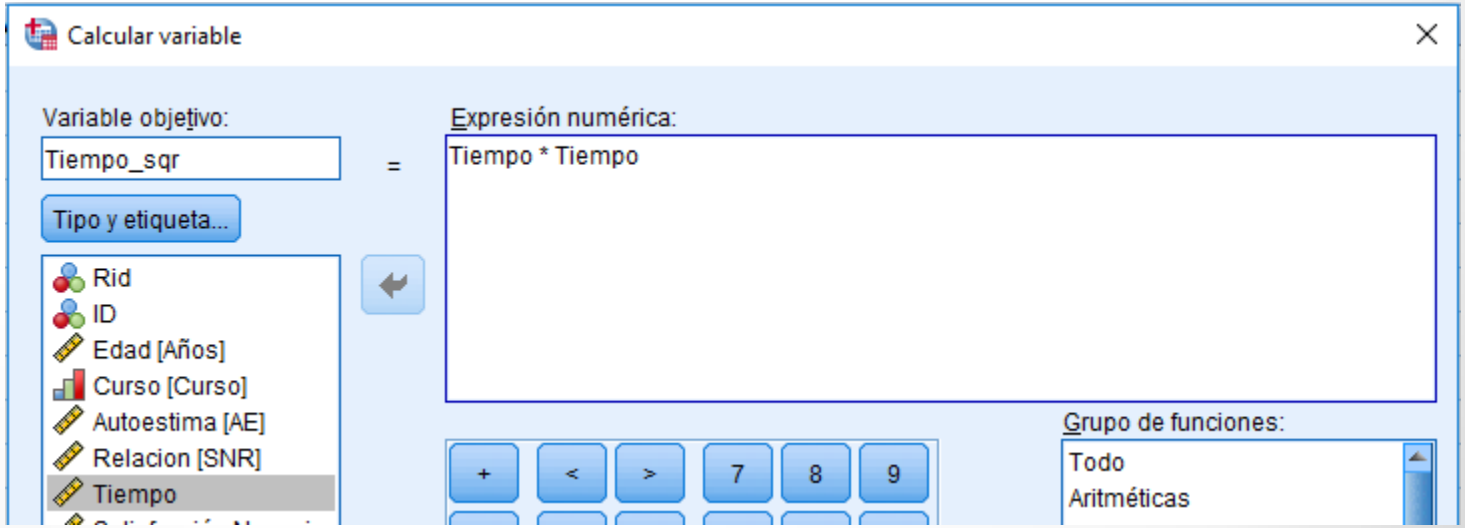


- Codificar el tiempo 0, 1, 2 identifica el intercepto en el modelo como el valor de SNC en tiempo 1.
- Si codificamos 2, 1, 0, el intercepto sería el valor final en SNC.

Obtención del término cuadrático de Tiempo

para rodar el Modelo 3 (Modelo de crecimiento no lineal)





Variables independientes de los diferentes modelos a poner a prueba:

- Nivel 1: Tiempo y Tiempo_sqr
- Nivel 2: Autoestima (AE_CGM) y Relación (SNR_CGM)

*Ejemplo_SNC_R.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

14 :

	Rid	ID	Años	Curso	AE	SNR	Tiempo	SNC	AE_CGM	SNR_CGM	Tiempo_sqr
1	1	3	13	4	7,00	3,40	0	5,40	1,61	-1,44	0
2	1	3	13	4	7,00	3,40	1	4,00	1,61	-1,44	1
3	1	3	13	4	7,00	3,40	2	4,60	1,61	-1,44	4
4	2	10	13	4	5,83	6,20	0	5,40	,44	1,36	0
5	2	10	13	4	5,83	6,20	1	5,60	,44	1,36	1
6	2	10	13	4	5,83	6,20	2	5,80	,44	1,36	4
7	3	14	13	4	5,50	6,40	0	5,40	,11	1,56	0
8	3	14	13	4	5,50	6,40	1	5,40	,11	1,56	1
9	3	14	13	4	5,50	6,40	2	5,20	,11	1,56	4
10	4	15	13	4	4,67	4,00	0	3,00	-,73	-,84	0
11	4	15	13	4	4,67	4,00	1	4,20	-,73	-,84	1
12	4	15	13	4	4,67	4,00	2	4,40	-,73	-,84	4
13	5	19	13	4	5,67	4,00	0	2,00	,27	-,84	0
14	5	19	13	4	5,67	4,00	1	4,40	,27	-,84	1
15	5	19	13	4	5,67	4,00	2	4,80	,27	-,84	4
16	6	22	13	4	5,83	6,60	0	4,00	,44	1,76	0
17	6	22	13	4	5,83	6,60	1	6,00	,44	1,76	1

Estimación de modelos con SPSS

- 1. La estructura de la base de datos.
  - 1.1. Reestructuración de la VD
  - 1.2. Centrado de las VIs
- **2. Ejercicio práctico guiado:**

Modelo 1: Modelo de interceptos aleatorios

Modelo 2: Modelo de crecimiento lineal

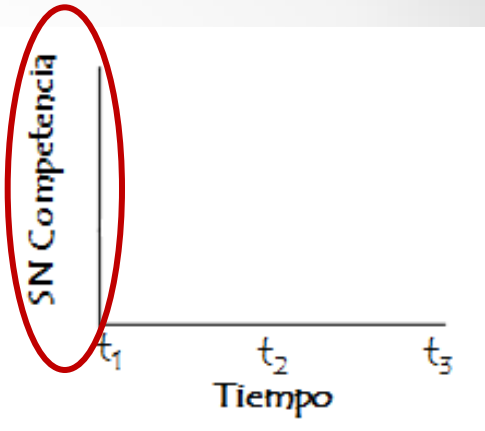
Modelo 3: Modelo de crecimiento no lineal

Modelo 4: Modelo de pendientes aleatorias

Modelo 5: Modelo de intercepto como resultado

Modelo 6: Modelo de pendiente como resultado

M1: Modelo de interceptos aleatorios



MODELO NIVEL 1 (OCASIONES):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

MODELO NIVEL 2 (SUJETOS):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

Objetivo:

- Estimar la variabilidad intra-sujetos y la variabilidad entre-sujetos en la VD
- Estimar el CCI

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Parte} \\ \text{Fija}}}{\gamma_{00}} + \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Parte} \\ \text{Aleatoria}}}{(U_{0j} + r_{ij})}$$

*Ejemplo_SNC_R.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

14 :

	Rid	ID	Años	Curso					AE_CGM	SNR_CGM	Tiempo_sqr
1	1	3	13					40	1,61	-1,44	0
2	1	3	13					00	1,61	-1,44	1
3	1	3	13							1,44	4
4	2	10	13							1,36	0
5	2	10	13							1,36	1
6	2	10	13					30	,44	1,36	4
7	3	14	13						,11	1,56	0
8	3	14	13					40	,11	1,56	1
9	3	14	13					20			
10	4	15	13					00			
11	4	15	13					20			
12	4	15	13					40			
13	5	19	13					00			
14	5	19	13					40			
15	5	19	13					30			
16	6	22	13					00			
17	6	22	13					00			
18	6	22	13					30			
19	7	25	13	4	4,17	2,60	0	4,40			

- Informes
- Estadísticos descriptivos
- Tablas
- Comparar medias
- Modelo lineal general
- Modelos lineales generalizados
- Modelos mixtos
  - Lineales...
  - Lineal generalizado...
- Correlacionar
- Regresión
- Loglineal
- Clasificar
- Reducción de dimensiones
- Escala
- Pruebas no paramétricas
- Predicciones
- Supervivencia
- Respuesta múltiple
- Simulación...
- Control de calidad
- Curva COR...
- Modelado espacial y temporal...

Modelos lineales mixtos: Especificar sujetos y medidas repetidas

Pulse en Continuar para modelos con términos no correlacionados.

Especifique la variable de sujetos para modelos con efectos aleatorios correlacionados.

Especifique ambos tipos de variables, Repetidas y de Sujetos, para modelos con residuos correlacionados dentro de los efectos aleatorios.

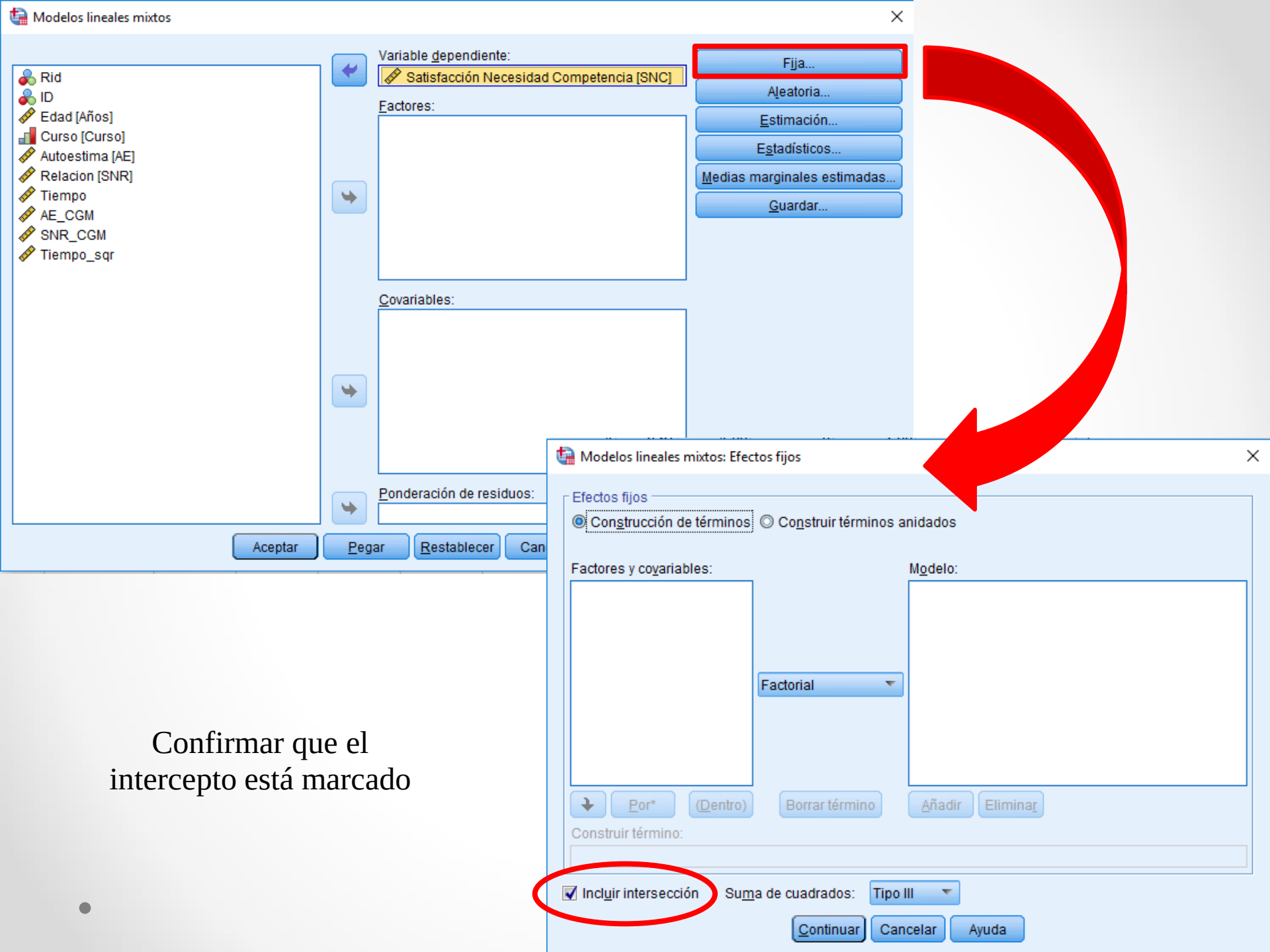
- ID
- Edad [Años]
- Curso [Curso]
- Autoestima [AE]
- Relacion [SNR]
- Tiempo
- Satisfacción Necesidad Competencia T1 ...
- AE_CGM
- SNR_CGM
- Tiempo_sqr

Sujetos: Rid

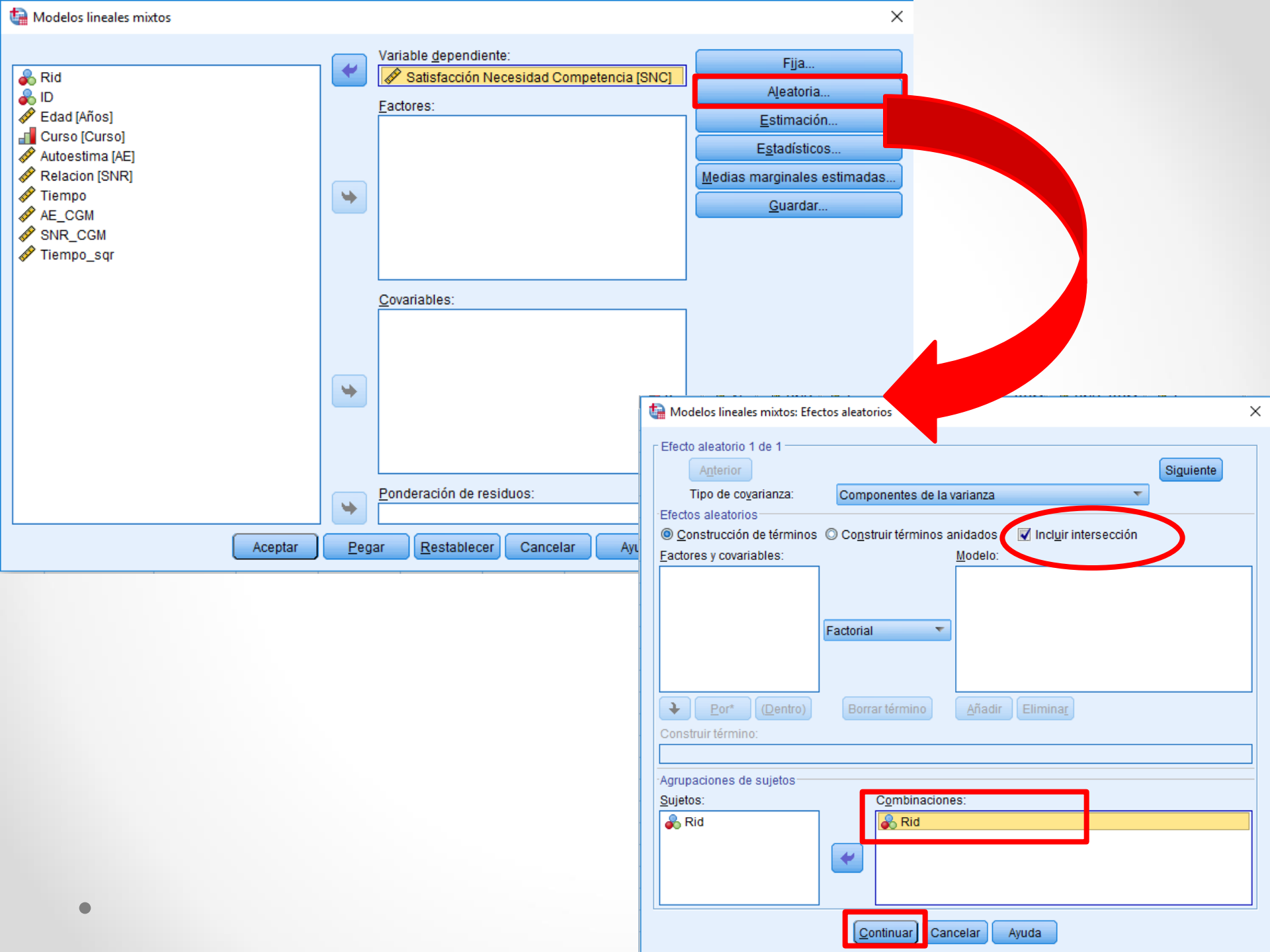
Repetidas:

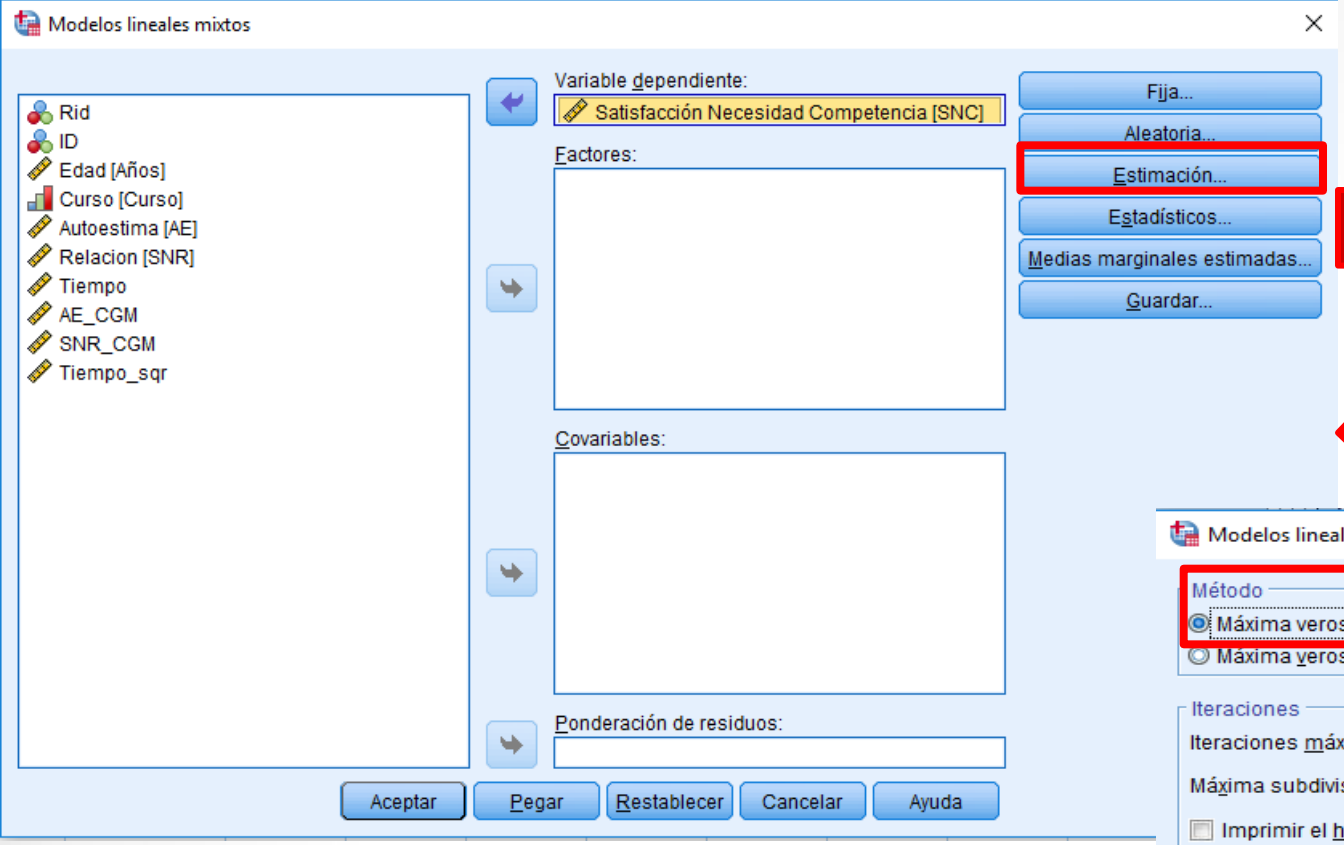
Tipo de covarianza para Repetidas: Diagonal

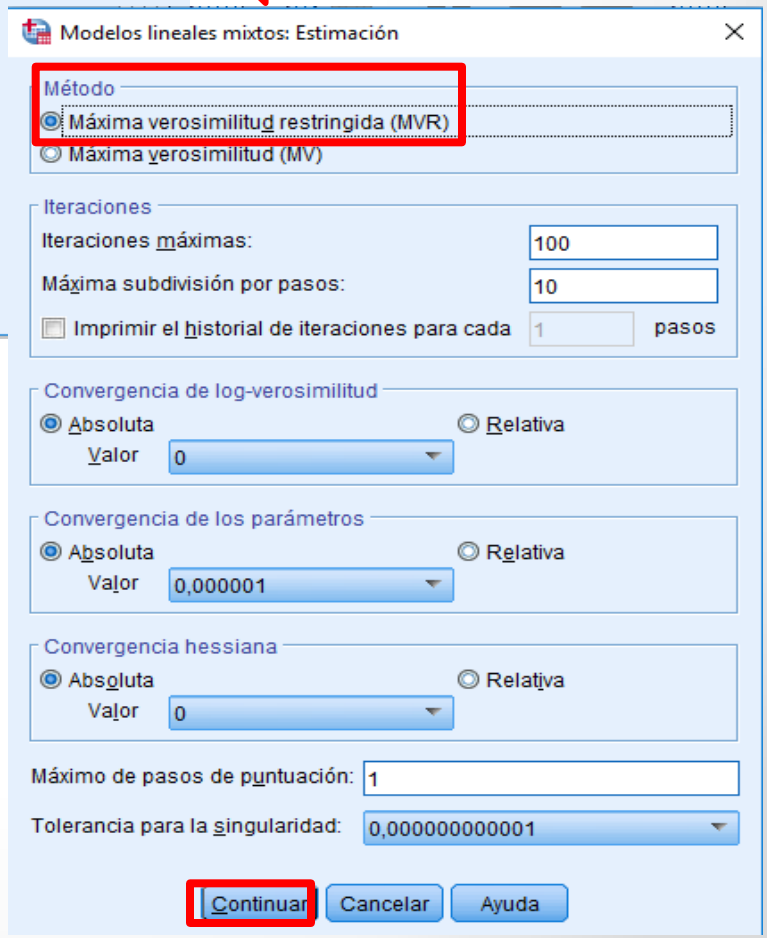
Continuar Restablecer Cancelar Ayuda



Confirmar que el intercepto está marcado

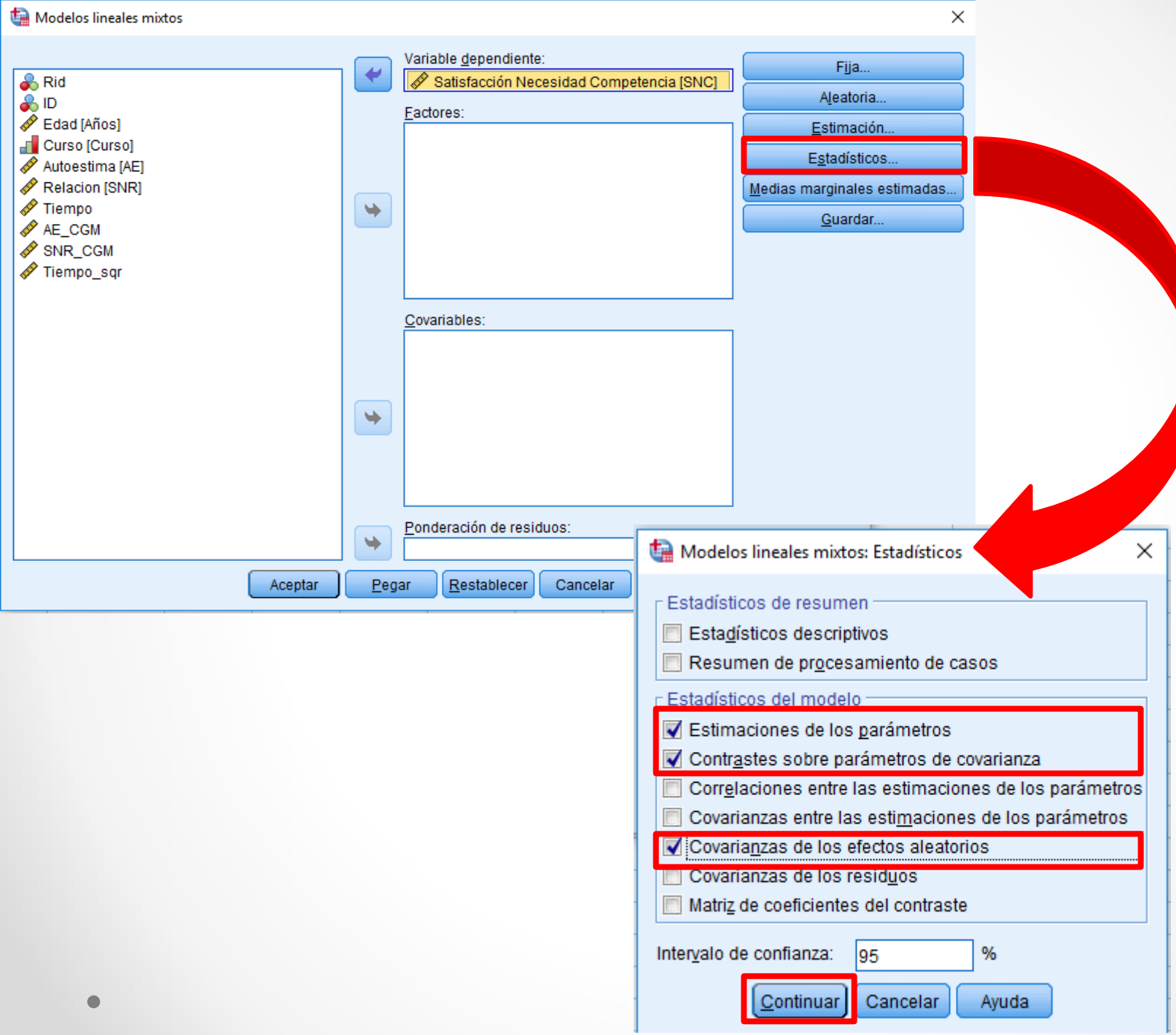

Modelos lineales mixtos
Rid
ID
Edad [Años]
Curso [Curso]
Autoestima [AE]
Relacion [SNR]
Tiempo
AE_CGM
SNR_CGM
Tiempo_sqr
Variable dependiente:
Satisfacción Necesidad Competencia [SNC]
Factores:
Covariables:
Ponderación de residuos:
Fija...
Aleatoria...
Estimación...
Estadísticos...
Medias marginales estimadas...
Guardar...
Aceptar
Pegar
Restablecer
Cancelar
Modelos lineales mixtos: Efectos aleatorios
Efecto aleatorio 1 de 1
Anterior
Siguiente
Tipo de covarianza:
Componentes de la varianza
Efectos aleatorios
Construcción de términos
Construir términos anidados
Incluir intersección
Factores y covariables:
Modelo:
Factorial
Por*
(Dentro)
Borrar término
Añadir
Eliminar
Construir término:
Agrupaciones de sujetos
Sujetos:
Rid
Combinaciones:
Rid
Continuar
Cancelar
Ayuda

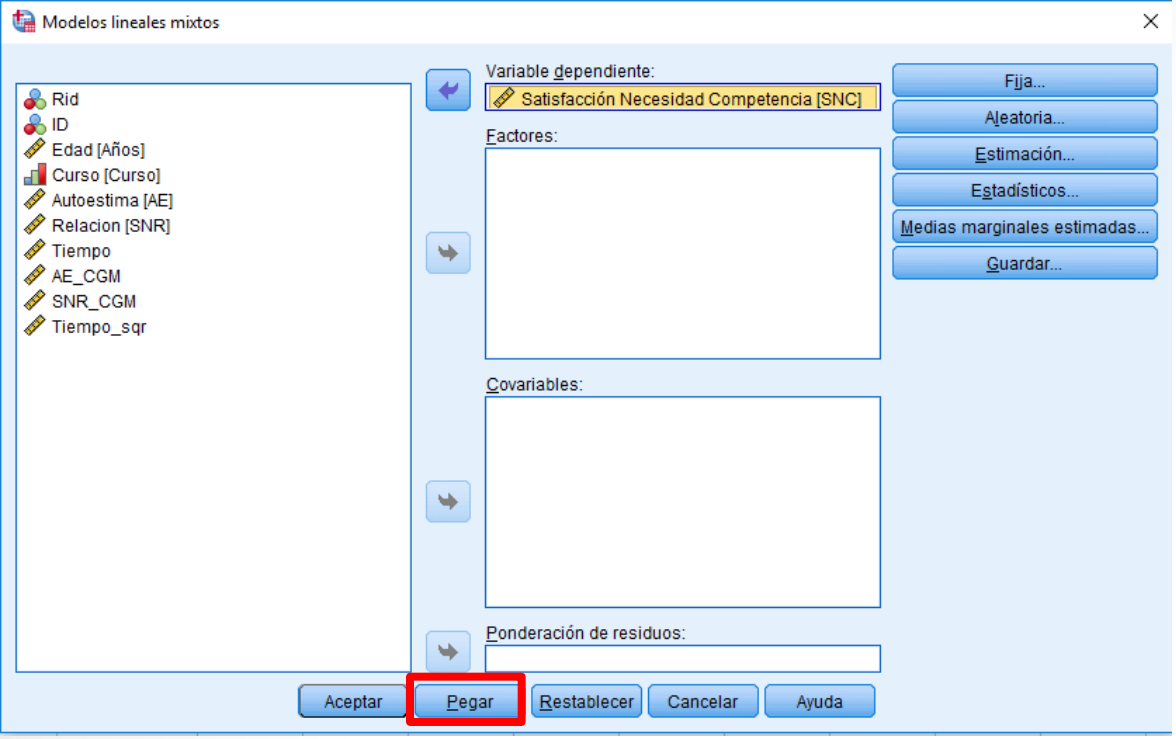




El método por defecto es MVR:

- Recomendable cuando el nº de grupos es pequeño.
- Con muestras grandes, MVR y MV dan resultados similares.


Modelos lineales mixtos
Rid
ID
Edad [Años]
Curso [Curso]
Autoestima [AE]
Relacion [SNR]
Tiempo
AE_CGM
SNR_CGM
Tiempo_sqr
Variable dependiente:
Satisfacción Necesidad Competencia [SNC]
Factores:
Covariables:
Ponderación de residuos:
Fija...
Aleatoria...
Estimación...
Estadísticos...
Medias marginales estimadas...
Guardar...
Aceptar
Pegar
Restablecer
Cancelar
Modelos lineales mixtos: Estadísticos
Estadísticos de resumen
Estadísticos descriptivos
Resumen de procesamiento de casos
Estadísticos del modelo
Estimaciones de los parámetros
Contrastes sobre parámetros de covarianza
Correlaciones entre las estimaciones de los parámetros
Covarianzas entre las estimaciones de los parámetros
Covarianzas de los efectos aleatorios
Covarianzas de los residuos
Matriz de coeficientes del contraste
Intervalo de confianza:
95
%
Continuar
Cancelar
Ayuda



Especifica la VD del modelo

```
MIXED SNC
 /CRITERIA=CIN(95) MXITER(100) MXSTEP(10) SCORING(1) SINGULAR(0.000000000001) HCONVERGE(0,
  ABSOLUTE) LCONVERGE(0, ABSOLUTE) PCONVERGE(0.000001, ABSOLUTE)
 /FIXED= | SSTYPE(3)
 /METHOD=REML
 /PRINT=G SOLUTION TESTCOV
 /RANDOM=INTERCEPT | SUBJECT(Rid) COVTYPE(VC).
```

No hay variables detrás de FIXED= porque no hay predictores en el modelo

Sólo varían los interceptos

Variable agrupadora

Interpretación de Resultados

M1: Modelo de interceptos aleatorios

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Dimensión de modelo[a]

		Número de niveles	Estructura de covarianzas	Número de parámetros	Variables de sujeto
Efectos fijos	Intersección	1		1	
Efectos aleatorios	Intersección[b]	1	Componentes de la varianza	1	Rid
Residuo				1	
Total		2		3	

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Índices de ajuste:

Criterios de información[a]

Logaritmo de la verosimilitud restringido -2	2156,506
Criterio de información Akaike (AIC)	2160,506
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	2160,522
Criterio de Bozdogan (CAIC)	2171,735
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	2169,735

Los criterios de información se visualizan en el formato cuanto más pequeño mejor.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Interpretación de Resultados

M1: Modelo de interceptos aleatorios

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + (U_{0j} + r_{ij})$$

→ La variabilidad intra-sujetos a través del tiempo es relevante
→ La variabilidad entre-sujetos es relevante. Hay diferencias entre las medias de los sujetos en la VD

Estimaciones de efectos fijos[a]

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Interceptación	5,123494	,040466	248	126,611	,000	5,043793	5,203195

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

γ_{00} = 5.12 (intercepto promedio para todos los sujetos en SNC)

$[r_{ij}]$ σ^2 = 0.97 (varianza intra-sujetos)

$[U_{0j}]$ $\sigma^2_{\tau_{00}}$ = 0.09 (varianza entre-sujetos)

Estimaciones de parámetros de covarianza[a]

Parámetro		Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Residuo		,966175	,061229	15,780	,000	,853322	1,093952
Intersección [sujeto = Rid]	Varianza	,085684	,041920	2,044	,041	,032844	,223534

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Interpretación de Resultados

M1: Modelo de interceptos aleatorios

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + (U_{0j} + r_{ij})$$

$$CCI = \frac{\sigma^2_{\tau_{00}}}{\sigma^2_{\tau_{00}} + \sigma^2} = \frac{0.09}{0.09 + 0.97} = 0.08$$

8% de la varianza observada en la VD (SNC) se debe a diferencias entre los sujetos

Estimaciones de efectos fijos[a]

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Interceptación	5,123494	,040466	248	126,611	,000	5,043793	5,203195

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

γ_{00} = 5.12 (intercepto promedio para todos los sujetos en SNC)

$[r_{ij}]$ σ^2 = 0.97 (varianza intra-sujetos)

$[U_{0j}]$ $\sigma^2_{\tau_{00}}$ = 0.09 (varianza entre-sujetos)

Estimaciones de parámetros de covarianza[a]

Parámetro		Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Residuo		,966175	,061229	15,780	,000	,853322	1,093952
Intersección [sujeto = Rid]	Varianza	,085684	,041920	2,044	,041	,032844	,223534

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Estimación de modelos con SPSS

- 1. La estructura de la base de datos.
  - 1.1. Reestructuración de la VD
  - 1.2. Centrado de las VIs
- **2. Ejercicio práctico guiado:**

Modelo 1: Modelo de interceptos aleatorios

Modelo 2: Modelo de crecimiento lineal

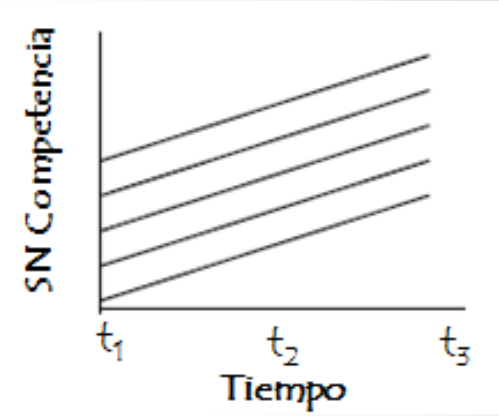
Modelo 3: Modelo de crecimiento no lineal

Modelo 4: Modelo de pendientes aleatorias

Modelo 5: Modelo de intercepto como resultado

Modelo 6: Modelo de pendiente como resultado

M2: Modelo de crecimiento lineal



MODELO NIVEL 1 (OCASIONES):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 t_{ij} + r_{ij}$$

MODELO NIVEL 2 (SUJETOS):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

Objetivo: ¿Existe relación lineal positiva entre la competencia y el tiempo? (H1)

MODELO INTEGRADO:

$$\boxed{Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10} t_{ij} + U_{0j} + r_{ij}}$$

↑ Parte Fija

↑ Parte Aleatoria

*Ejemplo_SNC_R.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

14 :

	Rid	ID	Años	Curso					AE_CGM	SNR_CGM	Tiempo_sqr
1	1	3	13					40	1,61	-1,44	0
2	1	3	13					00	1,61	-1,44	1
3	1	3	13							1,44	4
4	2	10	13							1,36	0
5	2	10	13							1,36	1
6	2	10	13					30	,44	1,36	4
7	3	14	13						,11	1,56	0
8	3	14	13					40	,11	1,56	1
9	3	14	13					20			
10	4	15	13					00			
11	4	15	13					20			
12	4	15	13					40			
13	5	19	13					00			
14	5	19	13					40			
15	5	19	13					30			
16	6	22	13					00			
17	6	22	13					00			
18	6	22	13					30			
19	7	25	13	4	4,17	2,60	0	4,40			

- Informes
- Estadísticos descriptivos
- Tablas
- Comparar medias
- Modelo lineal general
- Modelos lineales generalizados
- Modelos mixtos
  - Lineales...
  - Lineal generalizado...
- Correlacionar
- Regresión
- Loglineal
- Clasificar
- Reducción de dimensiones
- Escala
- Pruebas no paramétricas
- Predicciones
- Supervivencia
- Respuesta múltiple
- Simulación...
- Control de calidad
- Curva COR...
- Modelado espacial y temporal...

Modelos lineales mixtos: Especificar sujetos y medidas repetidas

Pulse en Continuar para modelos con términos no correlacionados.

Especifique la variable de sujetos para modelos con efectos aleatorios correlacionados.

Especifique ambos tipos de variables, Repetidas y de Sujetos, para modelos con residuos correlacionados dentro de los efectos aleatorios.

- ID
- Edad [Años]
- Curso [Curso]
- Autoestima [AE]
- Relacion [SNR]
- Tiempo
- Satisfacción Necesidad Competencia T1 ...
- AE_CGM
- SNR_CGM
- Tiempo_sqr

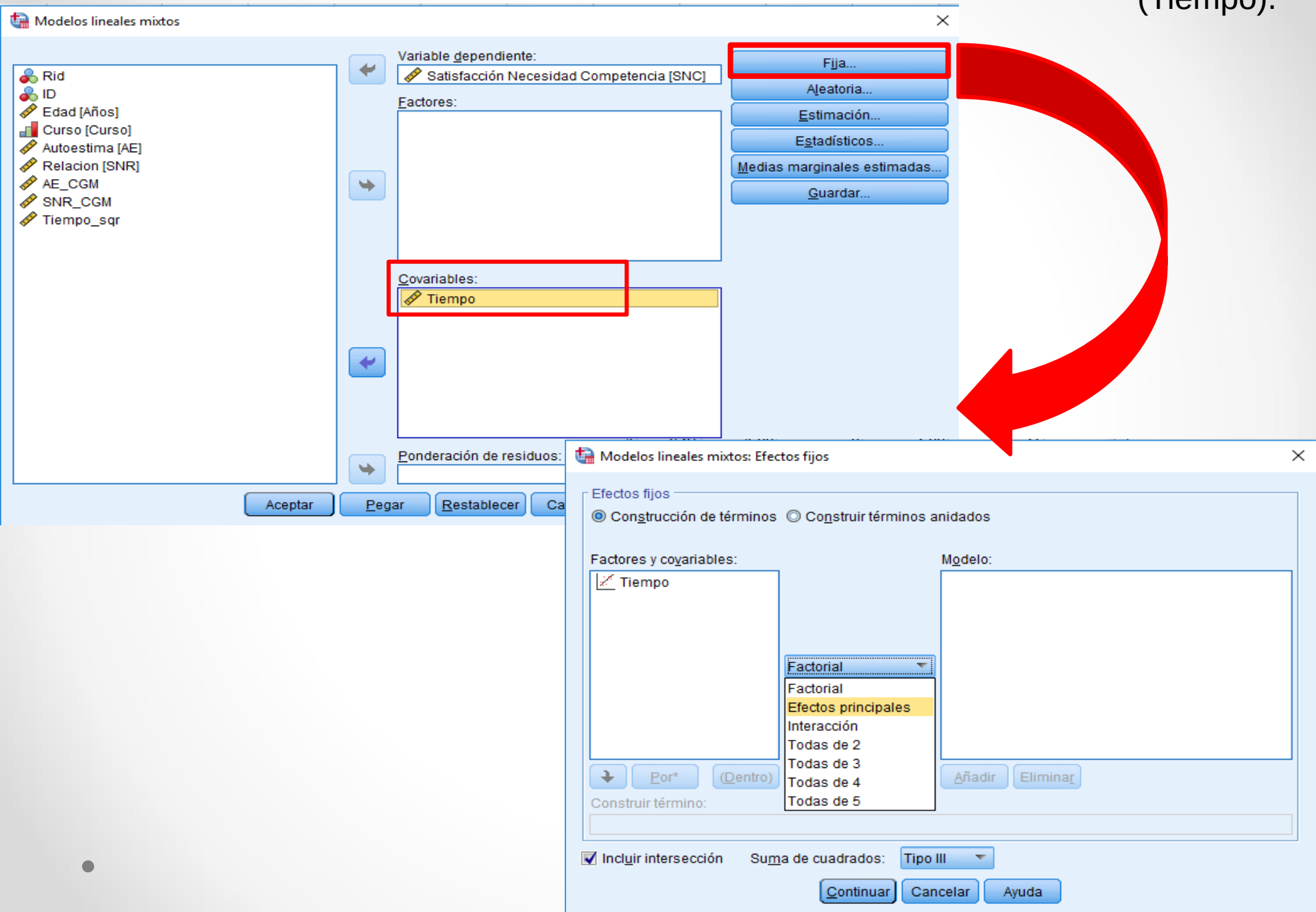
Sujetos: Rid

Repetidas:

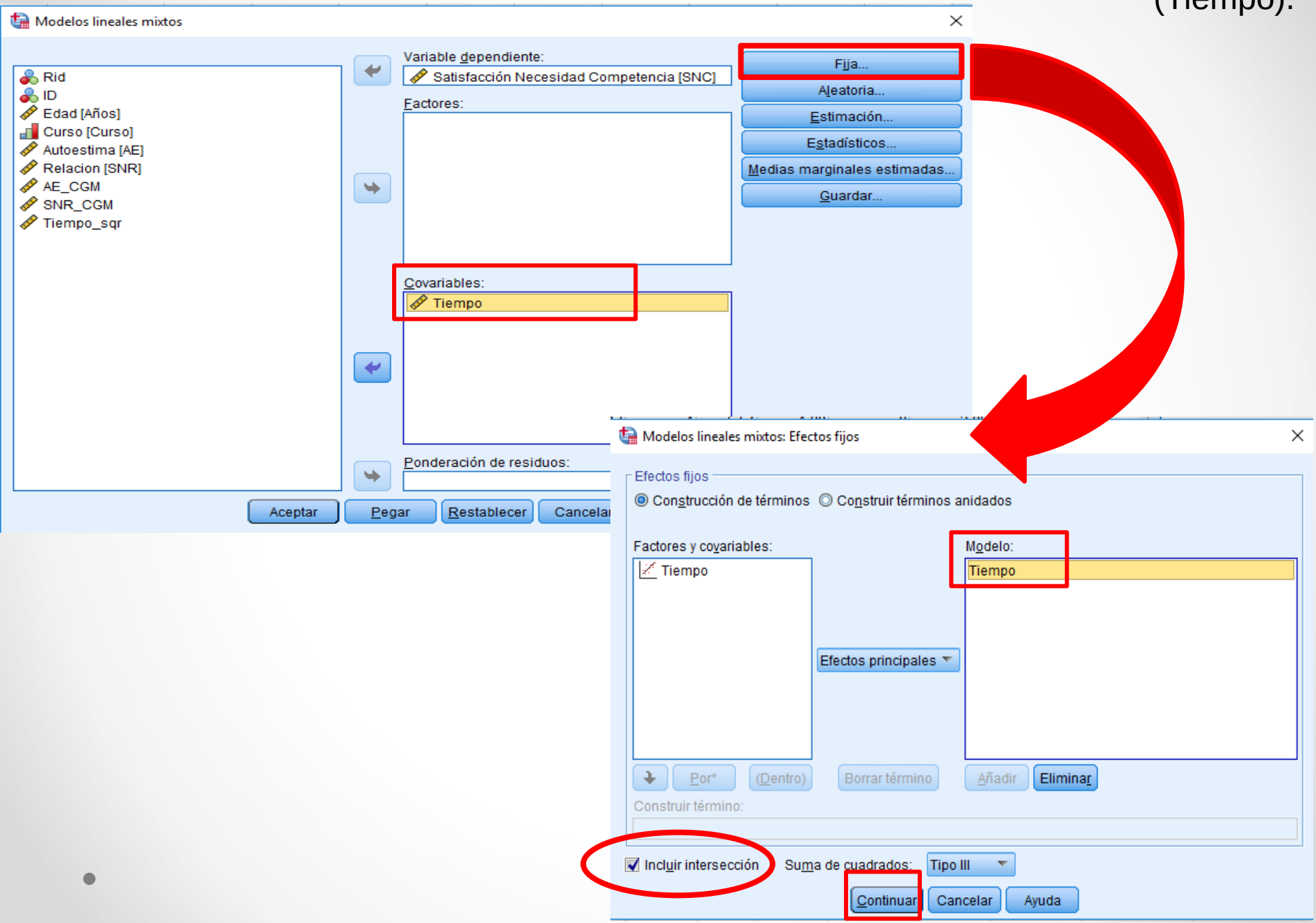
Tipo de covarianza para Repetidas: Diagonal

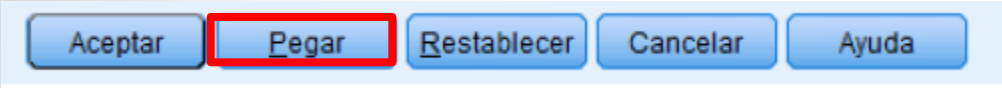
Continuar Restablecer Cancelar Ayuda

Hemos de comunicar al programa que el nuevo modelo incluye un predictor individual (Tiempo).



Hemos de comunicar al programa que el nuevo modelo incluye un predictor individual (Tiempo).





Especifica la VD del modelo

Especifica el nuevo predictor en el modelo

```
MIXED SNC WITH Tiempo
 /CRITERIA=CIN(95) MXITER(100) MXSTEP(10) SCORING(1) SINGULAR(0.000000000001) HCONVERGE(0,
  ABSOLUTE) LCONVERGE(0, ABSOLUTE) PCONVERGE(0.000001, ABSOLUTE)
 /FIXED=Tiempo | SSTYPE(3)
 /METHOD=REML
 /PRINT=G  SOLUTION TESTCOV
 /RANDOM=INTERCEPT | SUBJECT(Rid) COVTYPE(VC).
```

Estimará la relación lineal
Tiempo → Competencia

Varían los interceptos

Variable agrupadora

Interpretación de Resultados

M2: Modelo de crecimiento lineal

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij} + U_{0j} + r_{ij}$$

Parte Fija

Parte Aleatoria

Dimensión de modelo[a]

		Número de niveles	Estructura de covarianzas	Número de parámetros	Variables de sujeto
Efectos fijos	Intersección	1		1	
	Tiempo	1		1	
Efectos aleatorios	Intersección[b]	1	Componentes de la varianza	1	Rid
Residuo				1	
Total		3		4	

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Índices de ajuste:

Criterios de información[a]

Logaritmo de la verosimilitud restringido -2	1815,216
Criterio de información Akaike (AIC)	1819,216
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	1819,232
Criterio de Bozdogan (CAIC)	1830,443
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	1828,443

Los criterios de información se visualizan en el formato cuanto más pequeño mejor.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Interpretación de Resultados

M2: Modelo de crecimiento lineal

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}\ t_{ij} + U_{0j} + r_{ij}$$

Estimaciones de efectos fijos[a]

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Interceptación	4,427610	,051061	535,050	86,713	,000	4,327307	4,527914
Tiempo	,695884	,031139	497	22,347	,000	,634703	,757065

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

γ_{00} = 4.43 (media en SNC)

γ_{10} = .70, p < .01 (Relación lineal positiva entre Tiempo y SNC)

$[r_{ij}]$ σ^2 = 0.48 (varianza intra-sujetos)

$[U_{0j}]$ $\sigma^2_{\tau_{00}}$ = 0.25 (varianza entre-sujetos)

Estimaciones de parámetros de covarianza[a]

Parámetro		Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Residuo		,482890	,030633	15,764	,000	,426434	,546821
Intersección [sujeto = Rid]	Varianza	,246779	,038013	6,492	,000	,182469	,333753

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Estimación de modelos con SPSS

- 1. La estructura de la base de datos.
  - 1.1. Reestructuración de la VD
  - 1.2. Centrado de las VIs
- **2. Ejercicio práctico guiado:**

Modelo 1: Modelo de interceptos aleatorios

Modelo 2: Modelo de crecimiento lineal

Modelo 3: Modelo de crecimiento no lineal

Modelo 4: Modelo de pendientes aleatorias

Modelo 5: Modelo de intercepto como resultado

Modelo 6: Modelo de pendiente como resultado

M3: Modelo de crecimiento no lineal

MODELO NIVEL 1 (OCASIONES):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 t_{ij} + \beta_2 tsq_{ij} + r_{ij}$$

MODELO NIVEL 2 (SUJETOS):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_2 = \gamma_{20}$$

Objetivo: ¿El cambio sigue una trayectoria no lineal?

MODELO INTEGRADO:

$$\boxed{Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{10} t_{ij} + \gamma_{20} tsq_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{U_{0j} + r_{ij}}_{\text{Parte Aleatoria}}}$$

*Ejemplo_SNC_R.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

14 :

	Rid	ID	Años	Curso					AE_CGM	SNR_CGM	Tiempo_sqr
1	1	3	13					40	1,61	-1,44	0
2	1	3	13					00	1,61	-1,44	1
3	1	3	13							1,44	4
4	2	10	13							1,36	0
5	2	10	13							1,36	1
6	2	10	13					30	,44	1,36	4
7	3	14	13						,11	1,56	0
8	3	14	13					40	,11	1,56	1
9	3	14	13					20			
10	4	15	13					00			
11	4	15	13					20			
12	4	15	13					40			
13	5	19	13					00			
14	5	19	13					40			
15	5	19	13					30			
16	6	22	13					00			
17	6	22	13					00			
18	6	22	13					30			
19	7	25	13	4	4,17	2,60	0	4,40			

- Informes
- Estadísticos descriptivos
- Tablas
- Comparar medias
- Modelo lineal general
- Modelos lineales generalizados
- Modelos mixtos
  - Lineales...
  - Lineal generalizado...
- Correlacionar
- Regresión
- Loglineal
- Clasificar
- Reducción de dimensiones
- Escala
- Pruebas no paramétricas
- Predicciones
- Supervivencia
- Respuesta múltiple
- Simulación...
- Control de calidad
- Curva COR...
- Modelado espacial y temporal...

Modelos lineales mixtos: Especificar sujetos y medidas repetidas

Pulse en Continuar para modelos con términos no correlacionados.

Especifique la variable de sujetos para modelos con efectos aleatorios correlacionados.

Especifique ambos tipos de variables, Repetidas y de Sujetos, para modelos con residuos correlacionados dentro de los efectos aleatorios.

- ID
- Edad [Años]
- Curso [Curso]
- Autoestima [AE]
- Relacion [SNR]
- Tiempo
- Satisfacción Necesidad Competencia T1 ...
- AE_CGM
- SNR_CGM
- Tiempo_sqr

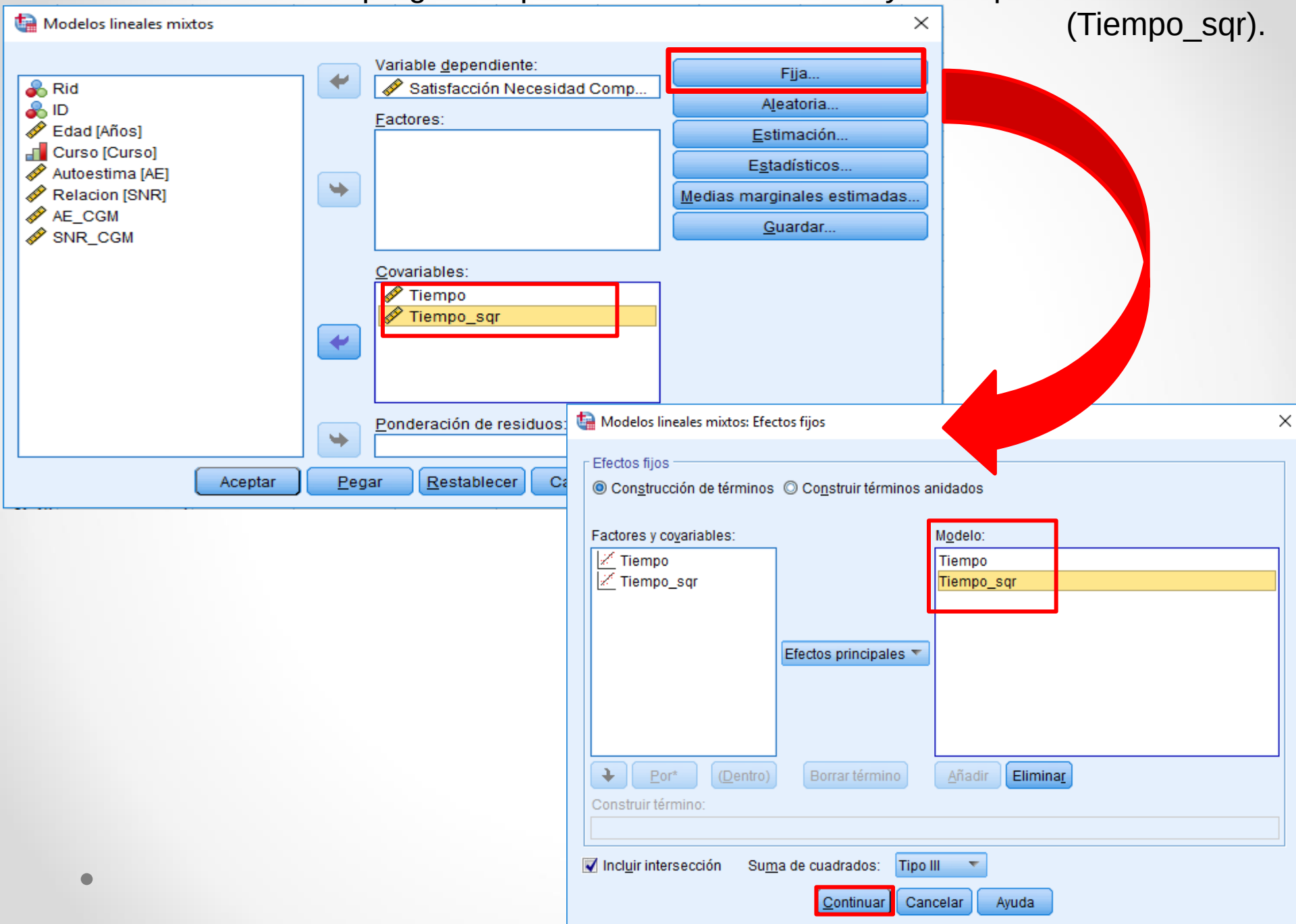
Sujetos: Rid

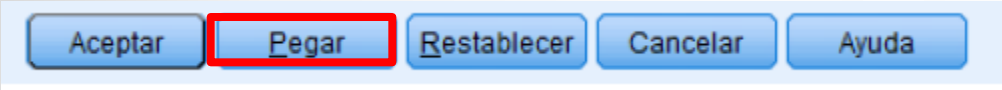
Repetidas:

Tipo de covarianza para Repetidas: Diagonal

Continuar Restablecer Cancelar Ayuda

Hemos de comunicar al programa que el nuevo modelo incluye otro predictor individual (Tiempo_sqr).





Especifica la VD del modelo

Especifica Tiempo y Tiempo_sqr como predictores en el modelo

```
MIXED SNC WITH Tiempo Tiempo_sqr
 /CRITERIA=CIN(95) MXITER(100) MXSTEP(10) SCORING(1) SINGULAR(0.00000000001) HCONVERGE(0,
  ABSOLUTE) LCONVERGE(0, ABSOLUTE) PCONVERGE(0.000001, ABSOLUTE)
 /FIXED=Tiempo Tiempo_sqr | SSTYPE(3)
 /METHOD=REML
 /PRINT=G  SOLUTION TESTCOV
 /RANDOM=INTERCEPT | SUBJECT(Rid) COVTYPE(VC).
```

Estimará la relación lineal Tiempo → Competencia

Estimará la relación no lineal Tiempo → Competencia

Varían los interceptos

Variable agrupadora

Interpretación de Resultados

M3: Modelo de crecimiento no lineal

MODELO INTEGRADO:

$$\boxed{Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij} + \gamma_{20}\, tsq_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{U_{0j} + r_{ij}}_{\text{Parte Aleatoria}}}$$

Dimensión de modelo[a]

		Número de niveles	Estructura de covarianzas	Número de parámetros	Variables de sujeto
Efectos fijos	Intersección	1		1	
	Tiempo	1		1	
	Tiempo_sqr	1		1	
Efectos aleatorios	Intersección[b]	1	Componentes de la varianza	1	Rid
Residuo				1	
Total		4		5	

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Índices de ajuste:

Criterios de información[a]

Logaritmo de la verosimilitud restringido -2	1786,472
Criterio de información Akaike (AIC)	1790,472
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	1790,488
Criterio de Bozdogan (CAIC)	1801,696
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	1799,696

Los criterios de información se visualizan en el formato cuanto más pequeño mejor.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Interpretación de Resultados

M3: Modelo de crecimiento no lineal

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij} + \gamma_{20}\, tsq_{ij} + U_{0j} + r_{ij}$$

Estimaciones de efectos fijos[a]

Parámetro	Estimación	Error estándar	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Interceptación	4,326305	,053388	589,649	81,036	,000	4,221452	4,431158
Tiempo	1,303715	,108738	496	11,989	,000	1,090070	1,517360
Tiempo_sqr	-,303916	,052236	496	-5,818	,000	-,406547	-,201284

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

γ_{00} = 4.43 (media en SNC)

γ_{10} = 1.30, p < .01 (Relación lineal positiva entre Tiempo y SNC)

γ_{20} = -.30, p < .01 (Relación no lineal negativa entre Tiempo_sqr y SNC)

$[r_{ij}]$ σ^2 = 0.45 (varianza intra-sujetos)

$[U_{0j}]$ $\sigma^2_{\tau_{00}}$ = 0.26 (varianza entre-sujetos)

Estimaciones de parámetros de covarianza[a]

Parámetro		Estimación	Error estándar	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Residuo		,452952	,028762	15,748	,000	,399945	,512983
Intersección [sujeto = Rid]	Varianza	,256758	,037851	6,783	,000	,192328	,342773

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Estimación de modelos con SPSS

- 1. La estructura de la base de datos.
  - 1.1. Reestructuración de la VD
  - 1.2. Centrado de las VIs
- **2. Ejercicio práctico guiado:**

Modelo 1: Modelo de interceptos aleatorios

Modelo 2: Modelo de crecimiento lineal

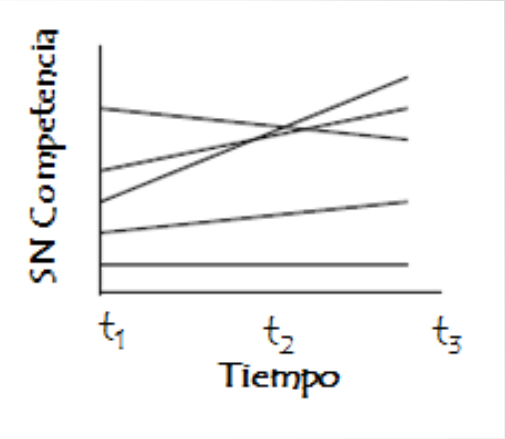
Modelo 3: Modelo de crecimiento no lineal

Modelo 4: Modelo de pendientes aleatorias

Modelo 5: Modelo de intercepto como resultado

Modelo 6: Modelo de pendiente como resultado

M4: Modelo de pendientes aleatorias



MODELO NIVEL 1 (OCASIONES):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\, t_{ij} + r_{ij}$$

MODELO NIVEL 2 (SUJETOS):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + U_{1j}$$

Objetivo: ¿Las pendientes de la relación tiempo-competencia varían a través de los sujetos?

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

*Ejemplo_SNC_R.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

14 :

	Rid	ID	Años	Curso					AE_CGM	SNR_CGM	Tiempo_sqr
1	1	3	13					40	1,61	-1,44	0
2	1	3	13					00	1,61	-1,44	1
3	1	3	13							1,44	4
4	2	10	13							1,36	0
5	2	10	13							1,36	1
6	2	10	13					30	,44	1,36	4
7	3	14	13						,11	1,56	0
8	3	14	13					40	,11	1,56	1
9	3	14	13					20			
10	4	15	13					00			
11	4	15	13					20			
12	4	15	13					40			
13	5	19	13					00			
14	5	19	13					40			
15	5	19	13					30			
16	6	22	13					00			
17	6	22	13					00			
18	6	22	13					30			
19	7	25	13	4	4,17	2,60	0	4,40			

- Informes
- Estadísticos descriptivos
- Tablas
- Comparar medias
- Modelo lineal general
- Modelos lineales generalizados
- Modelos mixtos
  - Lineales...
  - Lineal generalizado...
- Correlacionar
- Regresión
- Loglineal
- Clasificar
- Reducción de dimensiones
- Escala
- Pruebas no paramétricas
- Predicciones
- Supervivencia
- Respuesta múltiple
- Simulación...
- Control de calidad
- Curva COR...
- Modelado espacial y temporal...

Modelos lineales mixtos: Especificar sujetos y medidas repetidas

Pulse en Continuar para modelos con términos no correlacionados.

Especifique la variable de sujetos para modelos con efectos aleatorios correlacionados.

Especifique ambos tipos de variables, Repetidas y de Sujetos, para modelos con residuos correlacionados dentro de los efectos aleatorios.

- ID
- Edad [Años]
- Curso [Curso]
- Autoestima [AE]
- Relacion [SNR]
- Tiempo
- Satisfacción Necesidad Competencia T1 ...
- AE_CGM
- SNR_CGM
- Tiempo_sqr

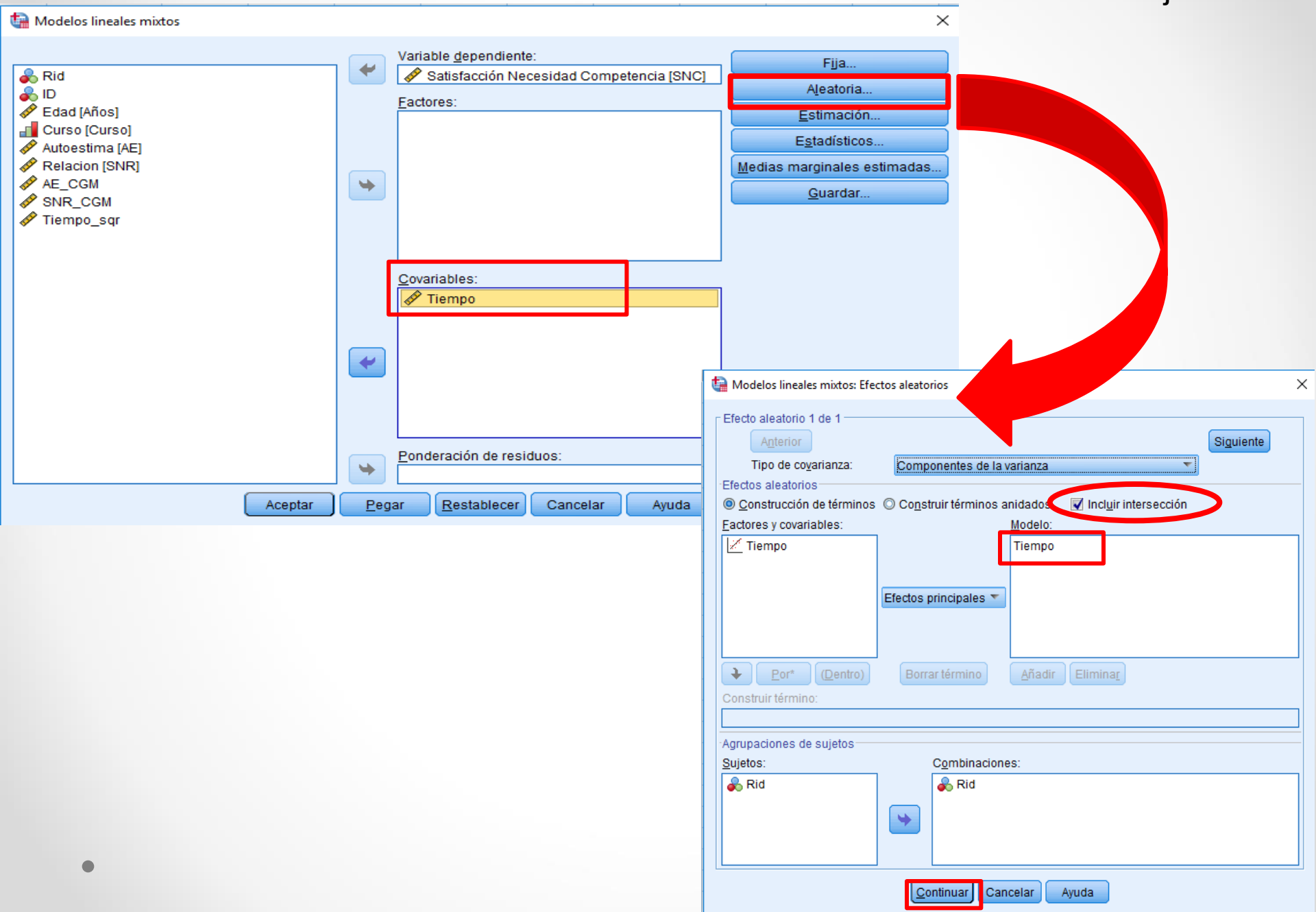
Sujetos: Rid

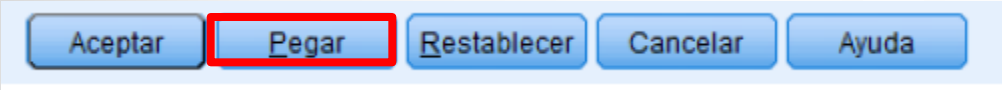
Repetidas:

Tipo de covarianza para Repetidas: Diagonal

Continuar Restablecer Cancelar Ayuda

Hemos de comunicar al programa que las pendientes de regresión pueden variar a través de los sujetos.





Especifica la VD del modelo

Especifica el predictor en el modelo

```
MIXED SNC WITH Tiempo
  /CRITERIA=CIN(95) MXITER(100) MXSTEP(10) SCORING(1) SINGULAR(0.000000000001) HCONVERGE(0,
   ABSOLUTE) LCONVERGE(0, ABSOLUTE) PCONVERGE(0.000001, ABSOLUTE)
  /FIXED=Tiempo | SSTYPE(3)
  /METHOD=REML
  /PRINT=G  SOLUTION TESTCOV
  /RANDOM=INTERCEPT Tiempo | SUBJECT(Rid) COVTYPE(VC).
```

Estimará la relación lineal
Tiempo → Competencia

Varían los interceptos

Varían las pendientes a través de los sujetos

Interpretación de Resultados

M4: Modelo de pendientes aleatorias

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Advertencia

La matriz hessiana final no es definitiva positiva a pesar de que se satisfacen todos los criterios de convergencia. El procedimiento MIXED continuará a pesar de esta advertencia. No se puede asegurar la validez de los siguientes resultados.

Dimensión de modelo[b]

		Número de niveles	Estructura de covarianza	Número de parámetros	Variables del sujeto
Efectos fijos	Intersección	1		1	
	Tiempo	1		1	
Efectos aleatorios	Intersección + Tiempo[a]	2	Componentes de la varianza	2	Rid
Residuos				1	
Total		4		5	

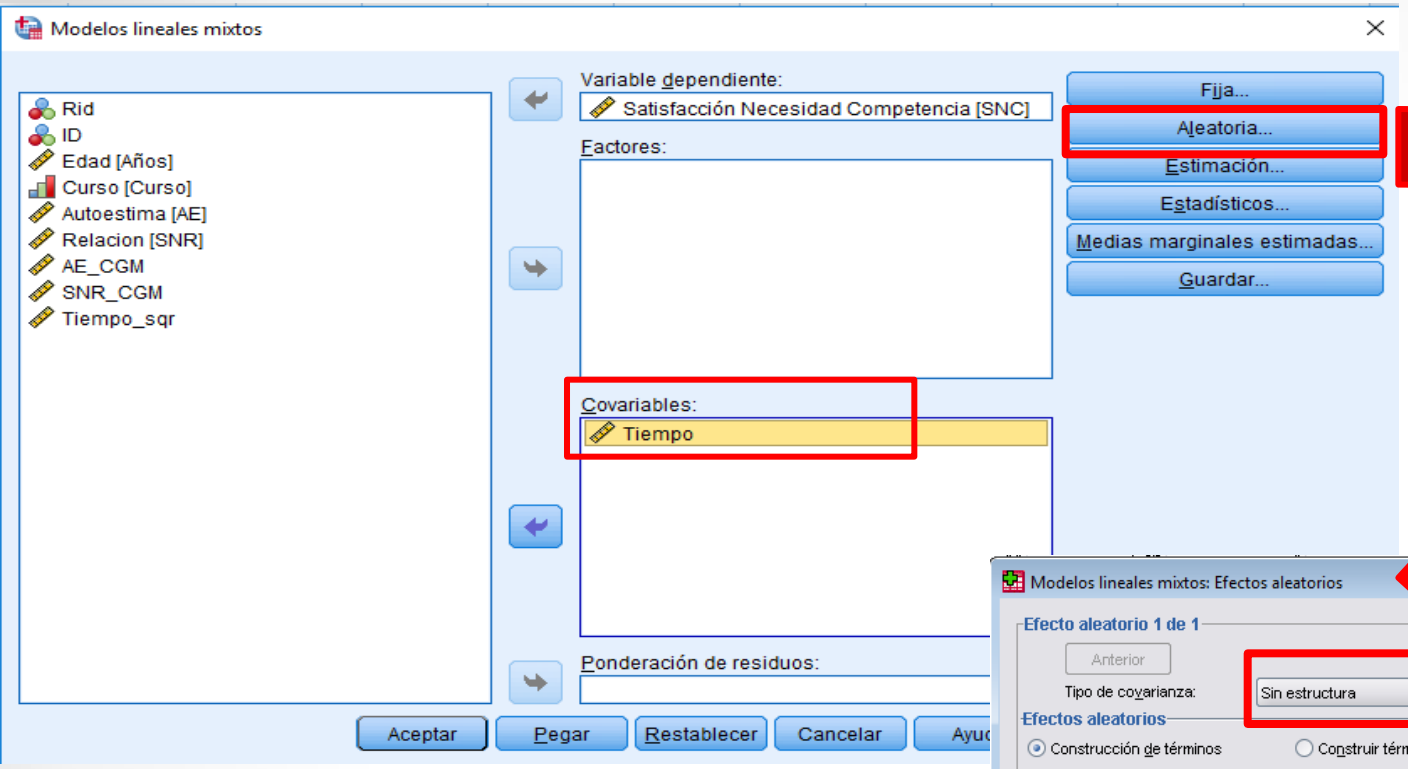
b. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

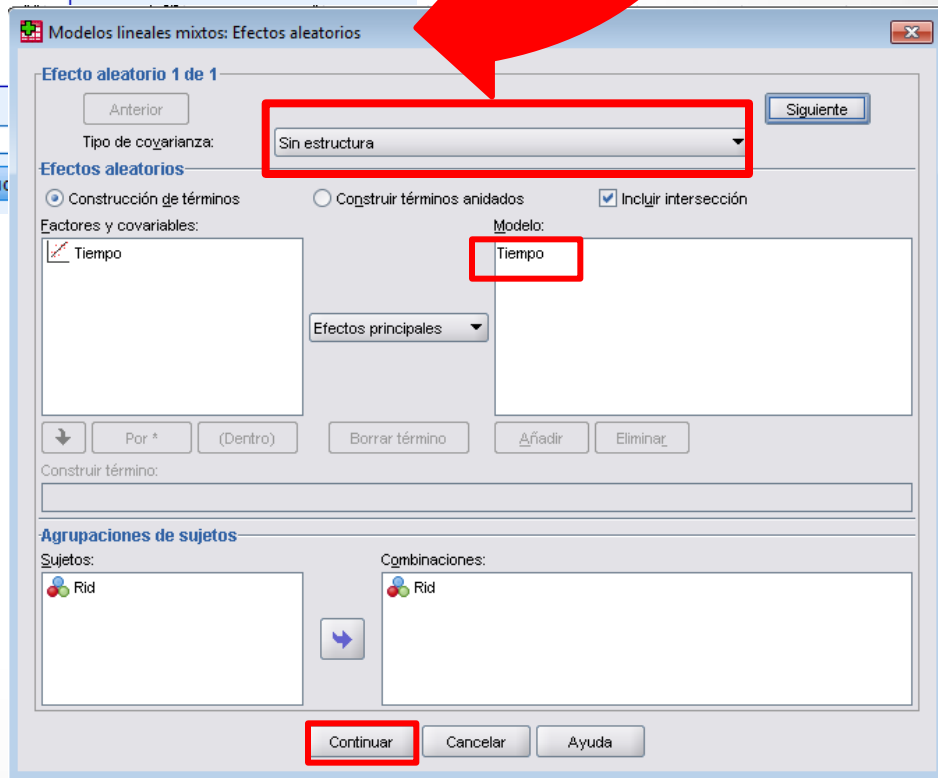
Criterios de información[a]

-2 log de la verosimilitud restringida	1815,216
Criterio de información de Akaike (AIC)	1821,216
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	1821,249
Criterio de Bozdogan (CAIC)	1838,056
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	1835,056

Los criterios de información se muestran en formatos de mejor cuanto más pequeños.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.





En el modelo anterior hemos estimado:

- Varianza de los interceptos U_{0j} ($\sigma^2_{\tau_{00}}$),
- Varianza de las pendientes U_{1j} ($\sigma^2_{\tau_{11}}$),

Para poder estimar también:

- Covarianza entre U_{0j} y U_{1j} b($\sigma_{\tau_{01}}$)

Interpretación de Resultados

M4: Modelo de pendientes aleatorias

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Índices de ajuste:

Dimensión de modelo[b]

		Número de niveles	Estructura de covarianza	Número de parámetros	Variables del sujeto
Efectos fijos	Intersección	1		1	
	Tiempo	1		1	
Efectos aleatorios	Intersección + Tiempo[a] $+ \sigma_{\tau_{01}}$	2	Sin estructura	3	Rid
Residuos				1	
Total		4		6	

b. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Criterios de información[a]

-2 log de la verosimilitud restringida	1769,531
Criterio de información de Akaike (AIC)	1777,531
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	1777,585
Criterio de Bozdogan (CAIC)	1799,985
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	1795,985

Los criterios de información se muestran en formatos de mejor cuanto más pequeños.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Interpretación de Resultados

M4: Modelo de pendientes aleatorias

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}\, t_{ij} + (U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})$$

Estimaciones de efectos fijos[a]

Parámetro	Estimación	Error típico	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza 95% Límite inferior	Intervalo de confianza 95% Límite superior
Intersección	4,427610	,060067	248,000	73,711	,000	4,309304	4,545917
Tiempo	,695884	,036216	248,000	19,215	,000	,624553	,767214

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

γ_{00} => media en SNC

γ_{10} => Relación lineal positiva entre Tiempo y SNC

$[r_{ij}]$ σ^2
(varianza intra-sujetos)

$[U_{0j}]$ $\sigma^2_{\tau_{00}}$
(varianza entre-sujetos)

$[U_{1j}]$ $\sigma^2_{\tau_{11}}$
(varianza de las pendientes a través de los sujetos)

Estimaciones de parámetros de covarianza[a]

Parámetro		Estimación	Error típico	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza 95% Límite inferior	Intervalo de confianza 95% Límite superior
Residuos		,313288	,028078	11,158	,000	,262819	,373448
Intersección + Tiempo [sujeto = Rid]	NE (1,1)	,637330	,084003	7,587	,000	,492234	,825196
	NE (2,1)	-,251981	,045315	-5,561	,000	-,340797	-,163165
	NE (2,2)	,169944	,032515	5,227	,000	,116801	,247267

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Covarianza entre U_{0j} y U_{1j} $\sigma_{\tau_{01}}$

Comparación de modelos

M2: Modelo de crecimiento lineal

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}\ t_{ij} + U_{0j} + r_{ij}$$

Criterios de información[a]

-2 log de la verosimilitud restringida	1815,216
Criterio de información de Akaike (AIC)	1819,216
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	1819,232
Criterio de Bozdogan (CAIC)	1830,443
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	1828,443

Los criterios de información se muestran en formatos de mejor cuanto más pequeños.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Índices de ajuste:

M4: Modelo de pendientes aleatorias

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}\ t_{ij} + (U_{0j} + U_{1j}\ t_{ij} + r_{ij})$$

Criterios de información[a]

-2 log de la verosimilitud restringida	1769,531
Criterio de información de Akaike (AIC)	1777,531
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	1777,585
Criterio de Bozdogan (CAIC)	1799,985
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	1795,985

Los criterios de información se muestran en formatos de mejor cuanto más pequeños.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

1815.216 – 1769.531 = 45.68, con g.l.=2, $p < .01$

Conclusión → El ajuste del Modelo 4 es significativamente mejor que el del Modelo 2.

Pero no sabemos si se debe a la inclusión del parámetro adicional del Modelo 4 ($\sigma^2_{\tau 11}$), o a la inclusión de la covarianza $\sigma_{\tau 01}$

Estimación de modelos con SPSS

- 1. La estructura de la base de datos.
  - 1.1. Reestructuración de la VD
  - 1.2. Centrado de las VIs
- **2. Ejercicio práctico guiado:**

Modelo 1: Modelo de interceptos aleatorios

Modelo 2: Modelo de crecimiento lineal

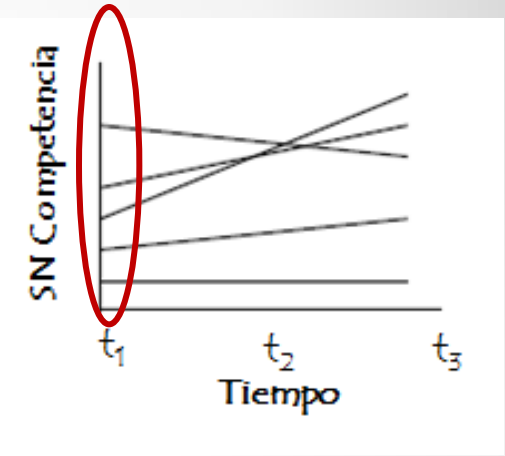
Modelo 3: Modelo de crecimiento no lineal

Modelo 4: Modelo de pendientes aleatorias

Modelo 5: Modelo de intercepto como resultado

Modelo 6: Modelo de pendiente como resultado

M5: Modelo intercepto como resultado



MODELO NIVEL 1 (OCASIONES):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

MODELO NIVEL 2 (SUJETOS):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + U_{0j}$$

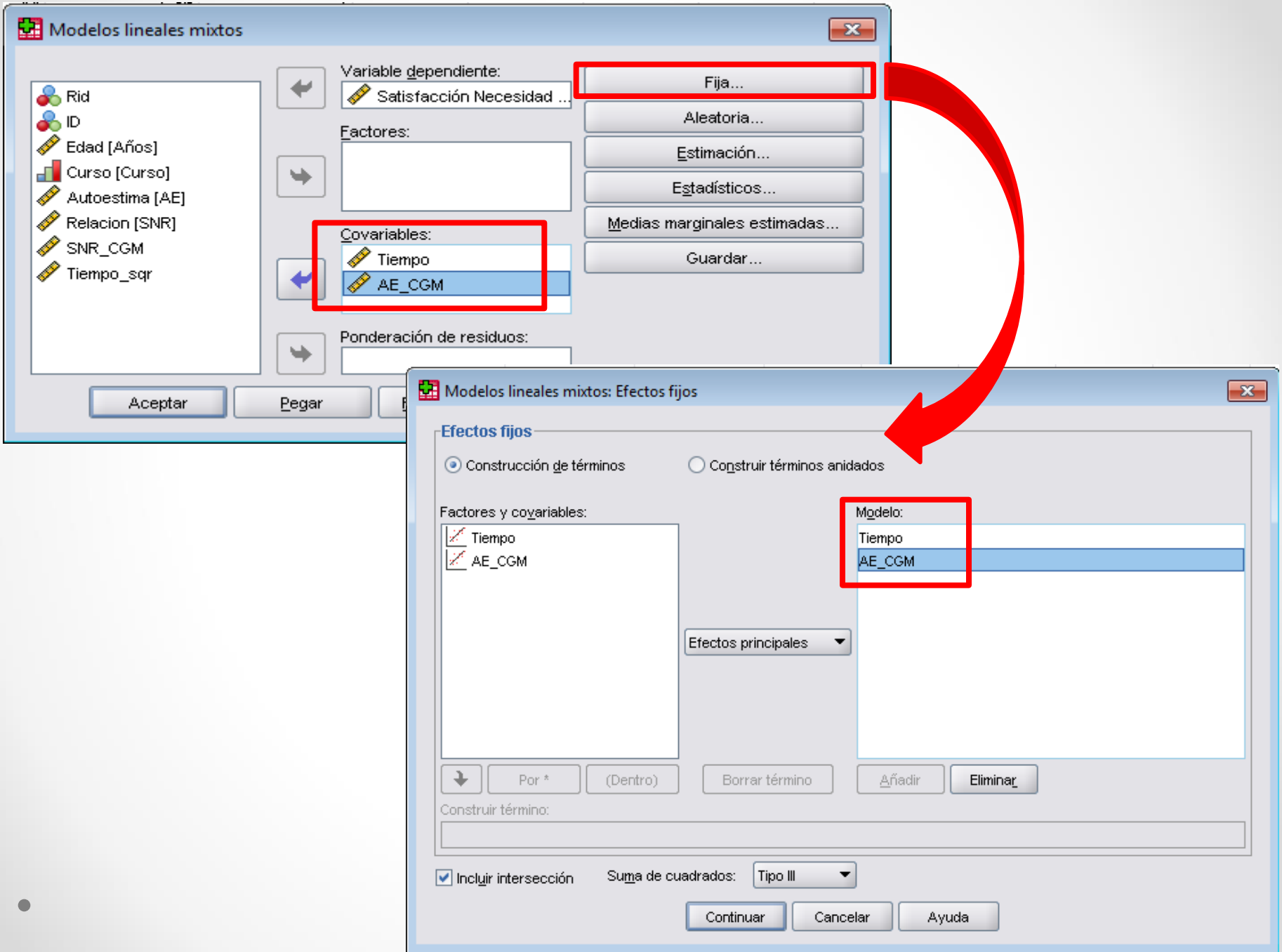
$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + U_{1j}$$

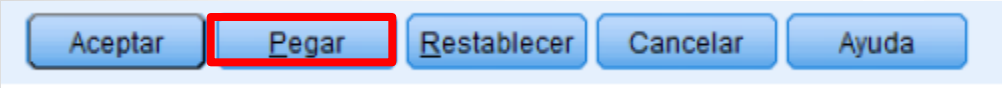
Objetivo: ¿Las diferencias observadas en los valores iniciales de competencia pueden ser predichas por la autoestima (AE)?

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{01}\, AE_j + \gamma_{10}\, t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\, t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Hemos de comunicar al programa que la variable Autoestima es un nuevo predictor.





Especifica la VD del modelo

Tiempo como predictor

Se introduce un nuevo predictor (Autoestima)

```
MIXED SNC WITH Tiempo AE_CGM
 /CRITERIA=CIN(95) MXITER(100) MXSTEP(5) SCORING(1) SINGULAR(0.000000000001) HCONVERGE(0,
  ABSOLUTE) LCONVERGE(0, ABSOLUTE) PCONVERGE(0.000001, ABSOLUTE)
 /FIXED=Tiempo AE_CGM | SSTYPE(3)
 /METHOD=REML
 /PRINT=G  SOLUTION TESTCOV
 /RANDOM=INTERCEPT Tiempo | SUBJECT(Rid) COVTYPE(VC).
```

Estimará la relación lineal
Tiempo → Competencia

Estimará la relación transnivel
Autoestima → Competencia

Varían los interceptos

Varían las pendientes a través de los sujetos

Interpretación de Resultados

M5: Intercepto como resultado

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{01}\,AE_j + \gamma_{10}\,t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\,t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Índices de ajuste:

Dimensión de modelo[b]

		Número de niveles	Estructura de covarianza	Número de parámetros	Variables del sujeto
Efectos fijos	Intersección	1		1	
	Tiempo	1		1	
	AE_CGM	1		1	
Efectos aleatorios	Intersección + Tiempo[a] $+ \sigma_{\tau_{01}}$	2	Sin estructura	3	Rid
Residuos				1	
Total		5		7	

b. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Criterios de información[a]

-2 log de la verosimilitud restringida	1768,049
Criterio de información de Akaike (AIC)	1776,049
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	1776,103
Criterio de Bozdogan (CAIC)	1798,497
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	1794,497

Los criterios de información se muestran en formatos de mejor cuanto más pequeños.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Interpretación de Resultados

M5: Intercepto como resultado

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\,AE_j + \gamma_{10}\,t_{ij} + (U_{0j} + U_{1j}\,t_{ij} + r_{ij})$$

Estimaciones de efectos fijos[a]

Parámetro	Estimación	Error típico	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza 95% Límite inferior	Límite superior
Intersección	4,427606	,060195	246,976	73,555	,000	4,309046	4,546167
Tiempo	,695884	,036216	248,000	19,215	,000	,624553	,767214
AE_CGM	,098184	,039404	247,000	2,492	,013	,020574	,175795

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

γ_{00}

γ_{10}

γ_{01} => estimación de la relación transnivel Autoestima → Competencia

$[r_{ij}]$ σ^2
(varianza intra-sujetos)

$[U_{0j}]$ $\sigma^2_{\tau_{00}}$
(varianza entre-sujetos)

$[U_{1j}]$ $\sigma^2_{\tau_{11}}$
(varianza de las pendientes a través de los sujetos)

Estimaciones de parámetros de covarianza[a]

Parámetro		Estimación	Error típico	Wald Z	Sig.	Intervalo de confianza 95% Límite inferior	Límite superior
Residuos		,313288	,028078	11,158	,000	,262819	,373448
Intersección + Tiempo [sujeto = Rid]	NE (1,1)	,641149	,084494	7,588	,000	,495203	,830108
	NE (2,1)	-,256637	,045579	-5,631	,000	-,345970	-,167304
	NE (2,2)	,169944	,032515	5,227	,000	,116801	,247267

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Covarianza entre U_{0j} y U_{1j} $\sigma_{\tau_{01}}$

Estimación de modelos con SPSS

- 1. La estructura de la base de datos.
  - 1.1. Reestructuración de la VD
  - 1.2. Centrado de las VIs
- **2. Ejercicio práctico guiado:**

Modelo 1: Modelo de interceptos aleatorios

Modelo 2: Modelo de crecimiento lineal

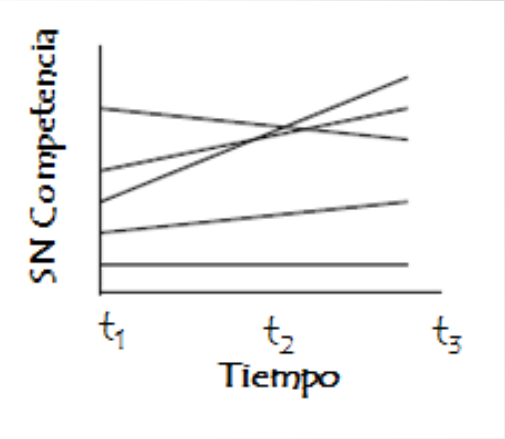
Modelo 3: Modelo de crecimiento no lineal

Modelo 4: Modelo de pendientes aleatorias

Modelo 5: Modelo de intercepto como resultado

Modelo 6: Modelo de pendiente como resultado

M6: Modelo pendiente como resultado



MODELO NIVEL 1 (OCASIONES):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_{ij} + r_{ij}$$

MODELO NIVEL 2 (SUJETOS):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} AE_j + U_{0j}$$

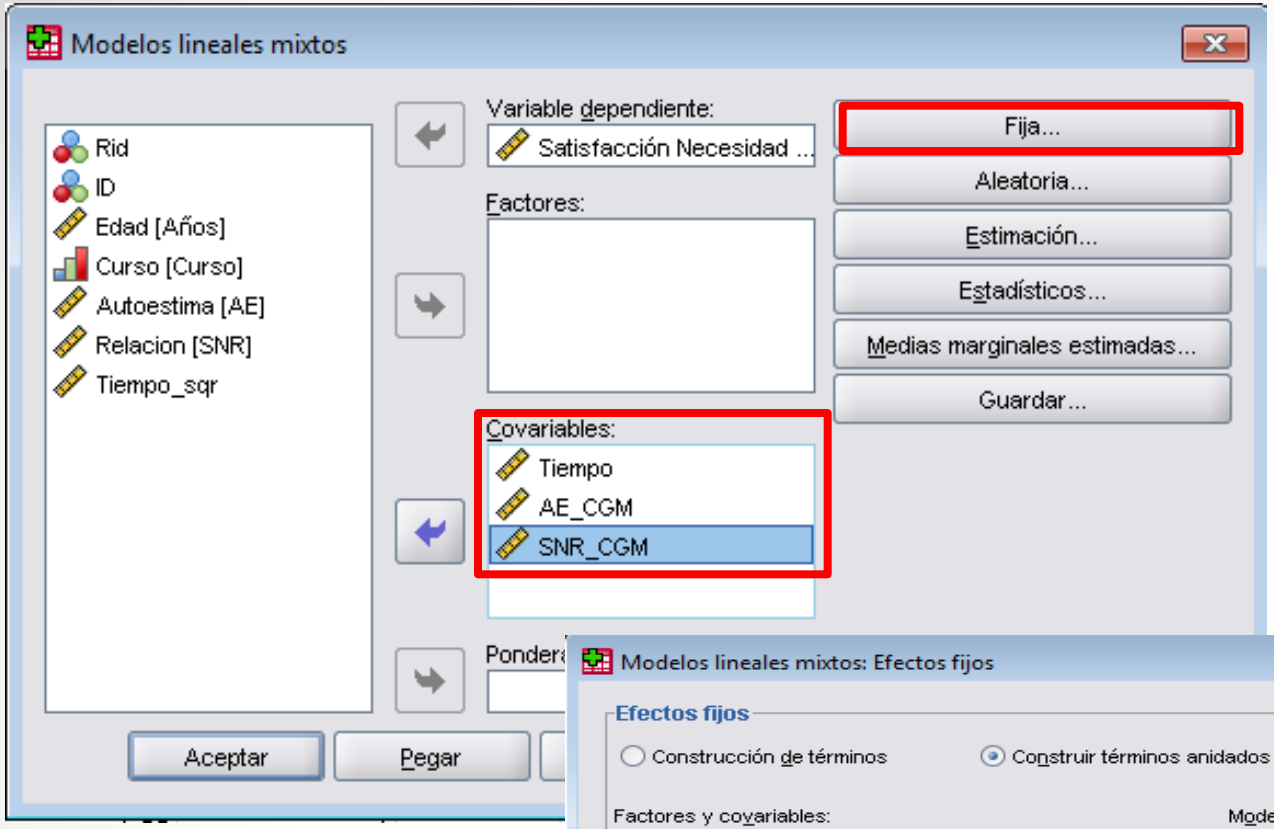
$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} R_j + U_{1j}$$

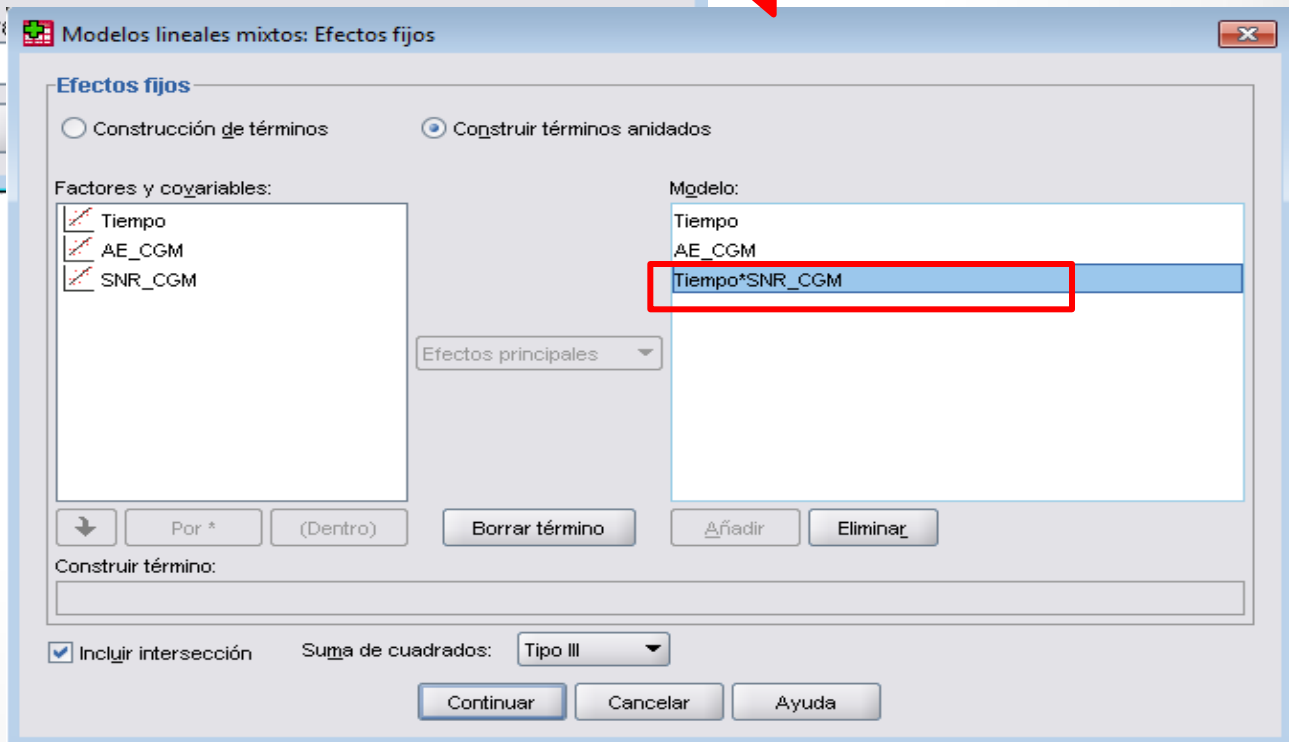
Objetivo: ¿Las diferencias observadas en las pendientes de la relación competencia-tiempo pueden ser predichas por la Satisfacción de la Necesidad de Relación (R)?

MODELO INTEGRADO:

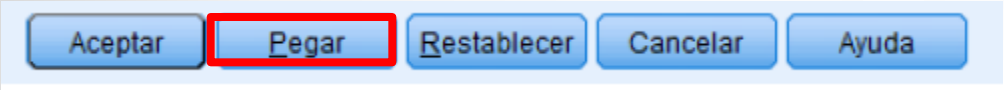
$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{01} AE_j + \gamma_{10} t_{ij} + \gamma_{11} R_j * t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j} t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Hemos de incluir SNR como predictor y crear la interacción transnivel en el modelo.





Construimos el término interacción utilizando los botones del cuadro de diálogo



VD del modelo

Tiempo como predictor

Autoestima como predictor

SN Relación como predictor

```
MIXED SNC WITH Tiempo AE_CGM SNR_CGM
/CRITERIA=CIN(95) MXITER(100) MXSTEP(5) SCORING(1) SINGULAR(0.00000000001) HCONVERGE(0,
 ABSOLUTE) LCONVERGE(0, ABSOLUTE) PCONVERGE(0.000001, ABSOLUTE)
/FIXED=Tiempo AE_CGM Tiempo*SNR_CGM | SSTYPE(3)
/METHOD=REML
/PRINT=G SOLUTION TESTCOV
/RANDOM=INTERCEPT Tiempo | SUBJECT(Rid) COVTYPE(UN).
```

Estimará una interacción transnivel:
Relación entre la pendiente de cambio y la SN relación

Estimará la relación transnivel Autoestima → Competencia

Estimará la relación lineal Tiempo → Competencia

Varían los interceptos

Varían las pendientes a través de los sujetos

Interpretación de Resultados

M6: Modelo de pendientes como resultado

MODELO INTEGRADO:

$$Y_{ij} = \underbrace{\gamma_{00} + \gamma_{01}\,AE_j + \gamma_{10}\,t_{ij} + \gamma_{11}\,R_j * t_{ij}}_{\text{Parte Fija}} + \underbrace{(U_{0j} + U_{1j}\,t_{ij} + r_{ij})}_{\text{Parte Aleatoria}}$$

Índices de ajuste:

Dimensión de modelo[b]

		Número de niveles	Estructura de covarianza	Número de parámetros	Variables del sujeto
Efectos fijos	Intersección	1		1	
	Tiempo	1		1	
	AE_CGM	1		1	
	Tiempo * SNR_CGM	1		1	
Efectos aleatorios	Intersección + Tiempo[a]	$+\ \sigma_{\tau_{01}}$ 2	Sin estructura	3	Rid
Residuos				1	
Total		6		8	

b. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Criterios de información[a]

-2 log de la verosimilitud restringida	1767,641
Criterio de información de Akaike (AIC)	1775,641
Criterio de Hurvich y Tsai (AICC)	1775,695
Criterio de Bozdogan (CAIC)	1798,084
Criterio bayesiano de Schwarz (BIC)	1794,084

Los criterios de información se muestran en formatos de mejor cuanto más pequeños.

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

Interpretación de Resultados

M6: Modelo de pendientes como resultado

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}\,AE_j + \gamma_{10}\,t_{ij} + \gamma_{11}\,R_j * t_{ij} + (U_{0j} + U_{1j}\,t_{ij} + r_{ij})$$

Estimaciones de efectos fijos[a]

Parámetro	Estimación	Error típico	gl	t	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Intersección	4,427607	,060126	247,449	73,639	,000	4,309184	4,546031
Tiempo	,695885	,036504	244,825	19,063	,000	,623984	,767787
AE_CGM	,077421	,039467	252,253	1,962	,051	-,000305	,155147
Tiempo * SNR_CGM	,045952	,017515	254,897	2,624	,009	,011460	,080445

a. Variable dependiente: Satisfacción Necesidad Competencia.

γ_{00}

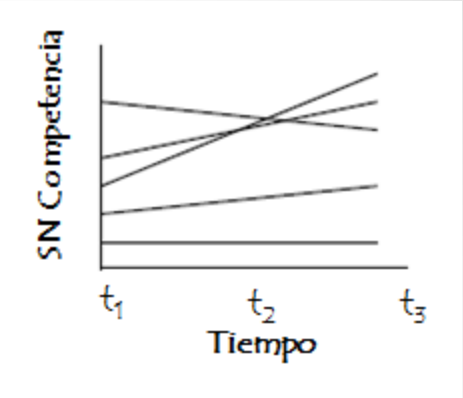
γ_{10}

γ_{01}

γ_{11} => estimación de la interacción transnivel

La pendiente (relación tiempo → competencia) varía a través de los sujetos en función de su SN Relación

Ejemplo: Estudio del cambio en la percepción de Competencia a lo largo de la temporada



Hipótesis 1: *La trayectoria de crecimiento de la percepción de competencia es lineal y positiva (la relación entre* ***percepción de competencia*** *y* ***tiempo*** *es lineal y positiva).*

Hipótesis 2: *La* ***autoestima*** *predice positivamente las diferencias entre individuos en los* ***niveles iniciales de competencia deportiva****; aquellos con mayor autoestima tienen niveles iniciales de percepción de competencia más altos que aquellos que tienen menor autoestima.*

Hipótesis 3: *La* ***satisfacción de la necesidad de Relación (SNR)*** *predice positivamente el crecimiento de la percepción de competencia a lo largo del tiempo, de modo que las* ***trayectorias de crecimiento lineal*** *de competencia serán más positivas para los deportistas con mayor SNR que para los deportistas con SNR menor.*

La relación Tiempo → Competencia varía a través de los sujetos en función de su SNRelación (Hipótesis 3)

Interpretar la interacción: calcular las 'simple slopes' para determinados valores del modulador (e.g., -1DT, +1DT) y realizar una representación gráfica.

http://www.quantpsy.org/interact/index.htm (Web de Kristopher J. Preacher)

Probing Interactions in Multiple Linear Regression, Latent Curve Analysis, and Hierarchical Linear Modeling

Interactive calculation tools for establishing simple intercepts, simple slopes, and regions of significance

- Curriculum vitae
- Selected publications
- Supplemental material for publications
- Online utilities
- Mediation & moderation material
- PSY-GS 8882: Multilevel Modeling
- PSY-GS 8850: Advanced Structural Equation Modeling
- Vanderbilt Psychological Sciences
- Vanderbilt Quantitative Methods
- Organizations
- Friends and colleagues
- Contact me

© 2010-2018, Kristopher J. Preacher

Probing interactions in multiple linear regression, latent curve analysis, and hierarchical linear modeling: Interactive calculation tools for establishing simple intercepts, simple slopes, and regions of significance

Kristopher J. Preacher (*Vanderbilt University*)
Patrick J. Curran (*University of North Carolina at Chapel Hill*)
Daniel J. Bauer (*University of North Carolina at Chapel Hill*)

How to cite this page

The paper describing this web utility may be cited in APA style in the following manner:

Preacher, K. J., Curran, P. J., & Bauer, D. J. (2006). Computational tools for probing interaction effects in multiple linear regression, multilevel modeling, and latent curve analysis. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *31*, 437-448.

These web pages provide tools for probing significant 2-way or 3-way interaction effects in multiple linear regression (MLR), latent curve analysis (LCA), and hierarchical linear modeling (HLM). It is necessary first to obtain output from an appropriately conducted analysis investigating an interaction effect using other software. General discussions on how to conduct these analyses can be found in the references listed at the bottom of each page.

The primer on interaction effects in multiple linear regression contains a review of key concepts related to interaction effects in MLR.

Multiple Linear Regression

- Simple slopes and the region of significance for MLR 2-way interactions
- Simple slopes and the region of significance for MLR 3-way interactions

Hierarchical Linear Modeling

- Simple slopes and the region of significance for HLM 2-way interactions
- Simple slopes and the region of significance for HLM 3-way interactions

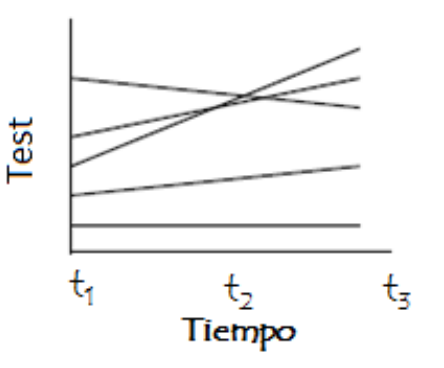
Latent Curve Analysis

- Simple slopes and the region of significance for LCA 2-way interactions
- Simple slopes and the region of significance for LCA 3-way interactions

Ejemplo: Estudio del cambio en la puntuación en una prueba de nivel en 3 años consecutivos

Heck, R. H., Tabata, L., & Thomas, S. L. (2013). Multilevel and longitudinal modeling with IBM SPSS. Routledge.

www.routledge.com/9780415817110



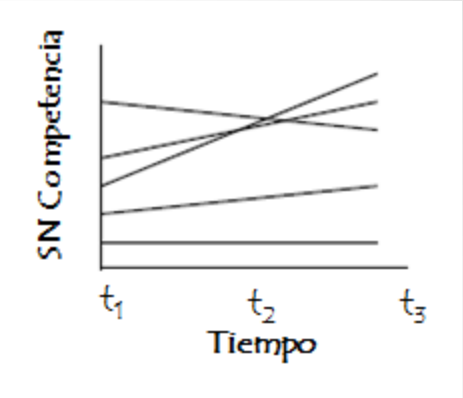
Hipótesis 1: *La trayectoria de crecimiento de la puntuación en el test es lineal y positiva (la relación entre* ***test*** *y* ***tiempo*** *es lineal y positiva).*

Hipótesis 2: *El* ***estatus socioeconómico*** *del alumno, y la* ***efectividad del profesor*** *predicen positivamente las diferencias entre individuos en los* ***niveles iniciales de puntuación en el test****.*

Hipótesis 3: *La* ***efectividad del profesor*** *predice positivamente el crecimiento de la puntuación en el test a lo largo del tiempo, de modo que las* ***trayectorias de crecimiento lineal*** *de puntuación en el test serán más positivas para los sujetos con profesores efectivos.*

¡Gracias por vuestra atención!

Ejemplo: Estudio del cambio en la percepción de Competencia a lo largo de la temporada



Hipótesis 1: *La trayectoria de crecimiento de la percepción de competencia es lineal y positiva (la relación entre* ***percepción de competencia*** *y* ***tiempo*** *es lineal y positiva).*

Hipótesis 2a: *La* ***autoestima*** *predice positivamente las diferencias entre individuos en los* ***niveles iniciales de competencia deportiva****; aquellos con mayor autoestima tienen niveles iniciales de percepción de competencia más altos que aquellos que tienen menor autoestima.*

Hipótesis 2b: *La* ***satisfacción de la necesidad de relación (SNR)*** *predice positivamente las diferencias entre individuos en los* ***niveles iniciales de competencia deportiva****; aquellos con mayor SNR, tienen niveles iniciales de percepción de competencia más altos que aquellos que tienen menor SNR.*

Hipótesis 3: *La* ***resiliencia*** *predice positivamente el crecimiento de la percepción de competencia a lo largo del tiempo, de modo que las* ***trayectorias de crecimiento lineal*** *de competencia serán más positivas para los deportistas con mayor resiliencia que para los deportistas con resiliencia menor.*