

FINORA GRAZIE AL PROCESSO DI PARZIALIZZAZIONE DELLA RELAZIONI
TRA STIMATORI SIAMO RIUSCITI A IMPARARE

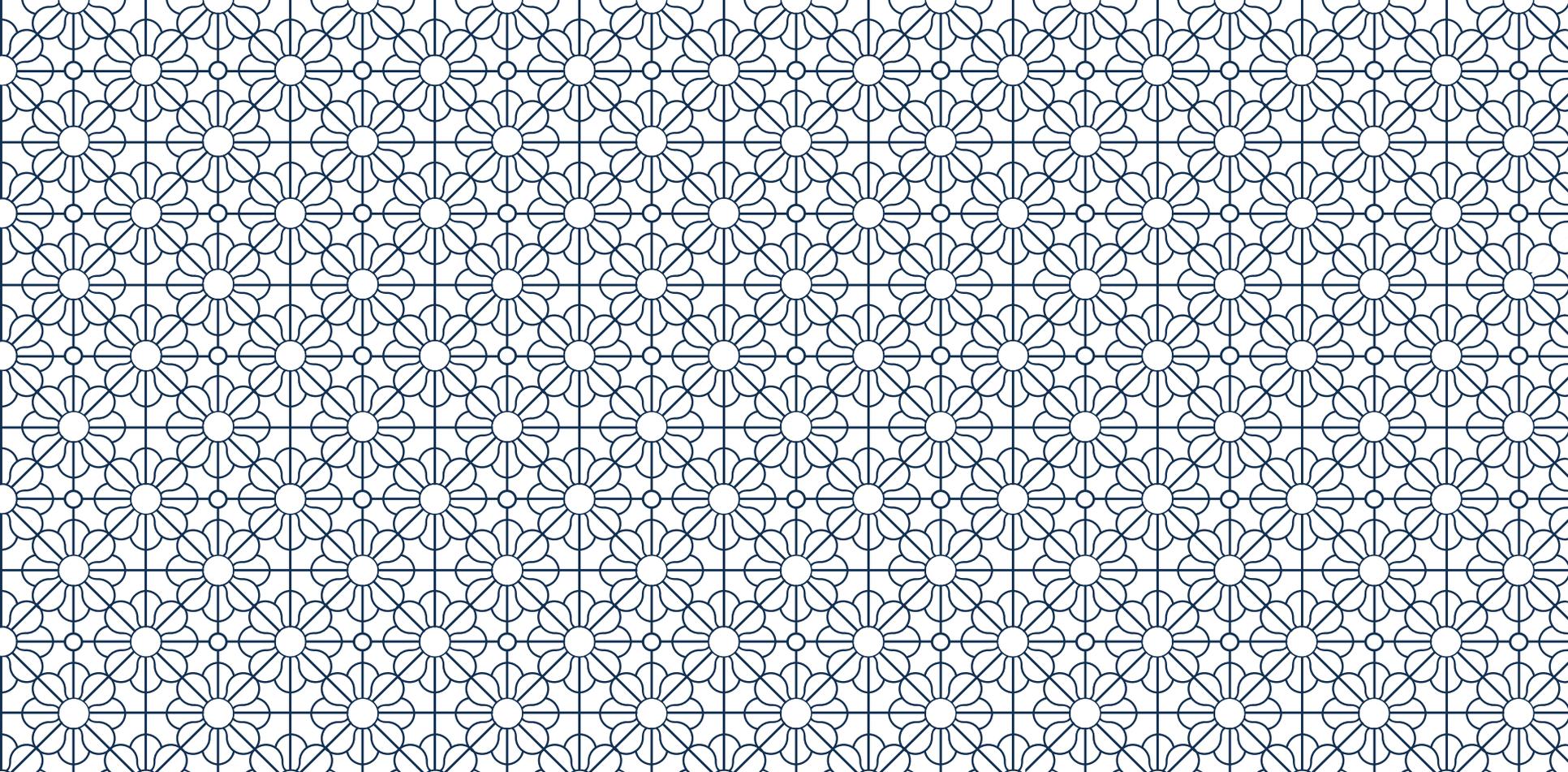
FOCUS SULLA VD

- SPIEGARE UNA VARIABILE: IMPATTO UNICO DI OGNI STIMATORE
($y' = a + b_1X + b_2Z$)
- PREVEDERE UNA VARIABILE: MODELLO DI STIMATORI OTTIMALE PER MASSIMIZZARE R QUADRO DI VD ($y' = a + b_1X + b_2Z$)

FINORA GRAZIE AL PROCESSO DI PARZIALIZZAZIONE DELLA RELAZIONI TRA STIMATORI SIAMO RIUSCITI A IMPARARE

FOCUS SULLA RELAZIONE TRA DUE VARIABILI, VD E VI

- DEPURARE LA RELAZIONE tra Y e X da VARIABILI INTERVENIENTI Z (ES., RELAZIONE SPURIA E RELAZIONE SOPPRESSA) ($y' = a + b_1X + b_2Z$)
- VERIFICARE UN MODELLO DI RELAZIONE tra Y e X MEDIATA da Z ($y' = a + b_1X + b_2Z$)
- STRATIFICARE UNA RELAZIONE tra Y e X INDAGANDO L'EFFETTO DI INTERAZIONE TRA STIMATORI X e Z ($y' = a + b_1X + b_2Z + b_3XZ$)
- LEGARE LE VARIABILI Y e X NEL TEMPO, IN TERMINI DI ANTECEDENTI TEMPORALI (modelli di vulnerabilità e modelli di complicazione) ($y'_{T2} = a + b_1X_{T1} + b_2Y_{T1}$) E DI CAMBIAMENTO CORRELATO ($y'_{T2} = a + b_1X_{T1} + b_2Y_{T1} + b_3X_{T2}$)
- Con possibili effetti di moderazione di W (btw, evento vita, condizione sperimentale) dell'andamento di Y nel tempo ($y'_{T2} = a + b_1W + b_2Y_{T1} + b_3WY_{T1}$)



**DISEGNI LONGITUDINALI CON ALMENO 3
MISURAZIONI (LONGITUDINAL MODELING):
LE TRAIETTORIE DI SVILUPPO O CAMBIAMENTO NEL
TEMPO**

prof.ssa L. Di Blas

DISEGNI LONGITUDINALI: 3 O PIÙ MISURAZIONI

Riprendiamo il ragionamento sull'impatto degli eventi di vita sul cambiamento individuale

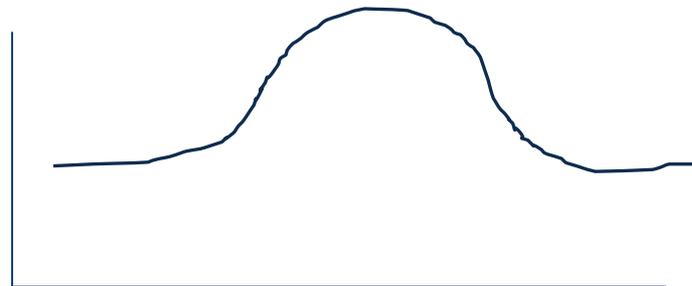
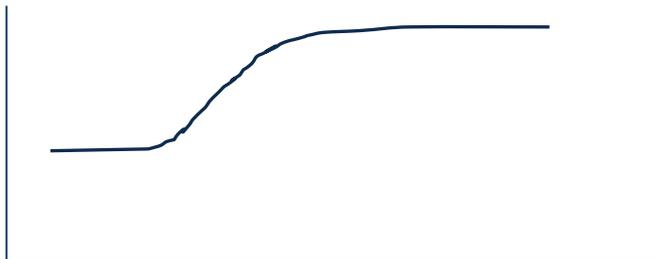
La relazione tra persona ed eventi di vita: uno studio longitudinale

con 3 o più misurazioni svela se vi è una

non linearità dell'effetto nel tempo

Metodologicamente,

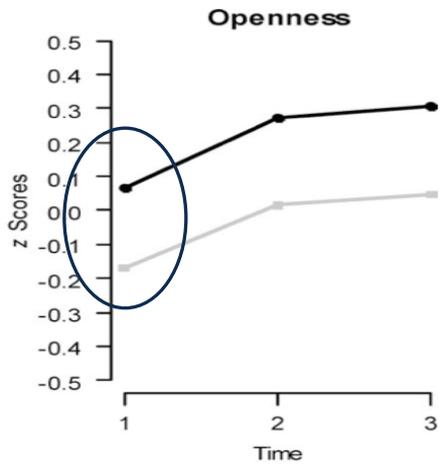
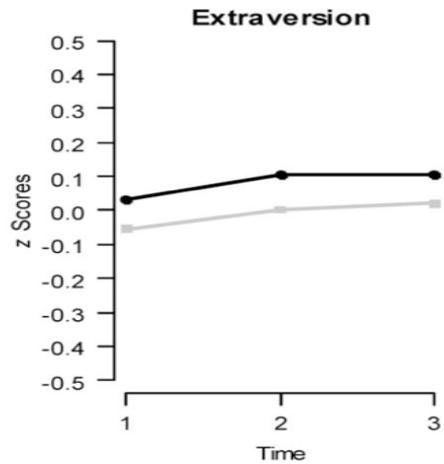
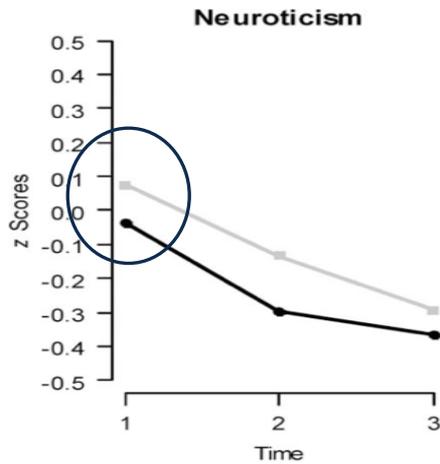
- occorrono almeno 3 misurazioni
- con occasioni di misurazione ripetute a (relativ) breve distanza per cogliere *dinamiche*
- per archi temporali che potrebbero essere anche lunghi



DISEGNI LONGITUDINALI: L'IMPATTO DEGLI EVENTI DI VITA SULLE DIFFERENZE INDIVIDUALI E SUL LORO CAMBIAMENTO

Le traiettorie di cambiamento potrebbero essere **non-lineari**:

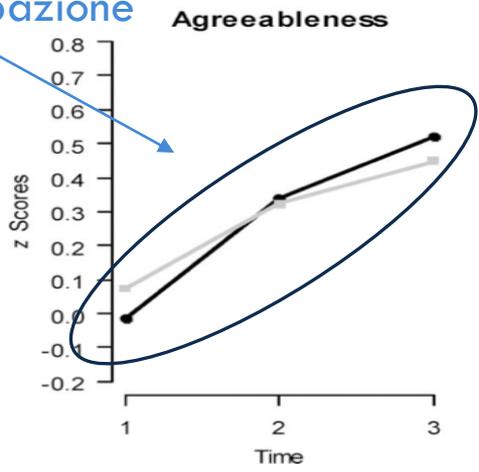
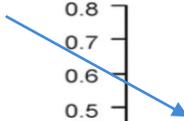
- l'impatto è maggiore ossia l'intensità del cambiamento è maggiore nei primi mesi dopo l'evento, ma poi l'effetto si attenua
- potendo modificarsi anche rapidamente da un momento all'altro
- Il cambiamento potrebbe essere rapido subito dopo l'evento e mantenersi nel tempo
- Il cambiamento potrebbe iniziare già prima dell'evento, avvenire gradualmente e rientrare gradualmente (direzione diversa) → **reversibile**
- Il cambiamento potrebbe avvenire in seguito all'evento, essere dapprima più rapido e poi più graduale, seppure nella stessa direzione



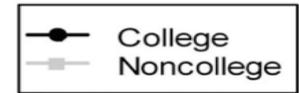
Effetto selezione



Anticipazione



Impatto evento



Traiettorie della curva latente nei tratti di personalità per i partecipanti che sono entrati all'università dopo la scuola secondaria superiore (college) e i partecipanti che hanno cominciato una formazione professionale o un lavoro (noncollege). T1=ultimo anno scuola superiore scuola superiore

Fonte. Lüdtke, Roberts, Trautwein, Nagy (2011).

DISEGNI LONGITUDINALI: L'IMPATTO DEGLI EVENTI DI VITA SULLE DIFFERENZE INDIVIDUALI E SUL LORO CAMBIAMENTO

La relazione tra persona ed eventi di vita

Ulteriori elementi metodologici da considerare: tipi di eventi

- normativi , non- normativi
- non eventi (normativi) attesi
- eventi multipli
- eventi maggiori o minori
- esperienze ripetute di eventi maggiori , in (relativ) brevi archi temporali

E ORA? SFRUTTIAMO SEMPRE IL CONCETTO DI PARZIALIZZAZIONE MA INTRODUCIAMO 3 O PIÙ MISURAZIONI RIPETUTE

In generale, che possibilità mi offrono 3 o misurazioni ripetute nel tempo?

Nuove domande

1. come varia una variabile nel tempo?
2. come analizzare il cambiamento a livello individuale?
3. e la covariazione tra variabili nel tempo considerando il cambiamento a livello intra-personale?
4. e se l'arco temporale considerato è breve, cosa mi possono raccontare i dati?

Dati longitudinali con 3 o più misurazioni: elementi di metodologia

L'andamento di una variabile nel tempo: effetti
lineari e non

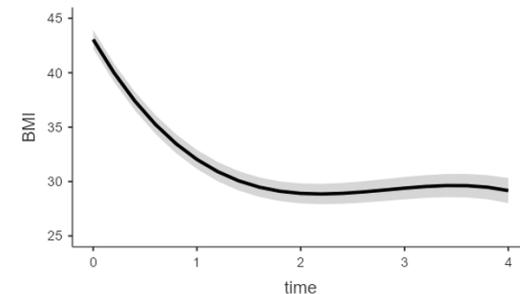
Metodologicamente,

- occorrono almeno 3 misurazioni
- con occasioni di misurazione ripetute
 - a (relativ) breve distanza per cogliere dinamiche
 - per archi temporali che potrebbero essere anche lunghi

Pre-surgery body shape concerns moderate weight loss trend after bariatric intervention

24

Figure 1. Non-linear trend line and 95% confidence intervals of the model around the trend line of BMI change from bariatric surgical intervention to 24 months later.



Note. Time or measurement occasion: 0 = Intervention, 1 = 6 months, 2 = 12 months, 3 = 18 months, 4 = 24 months after intervention.

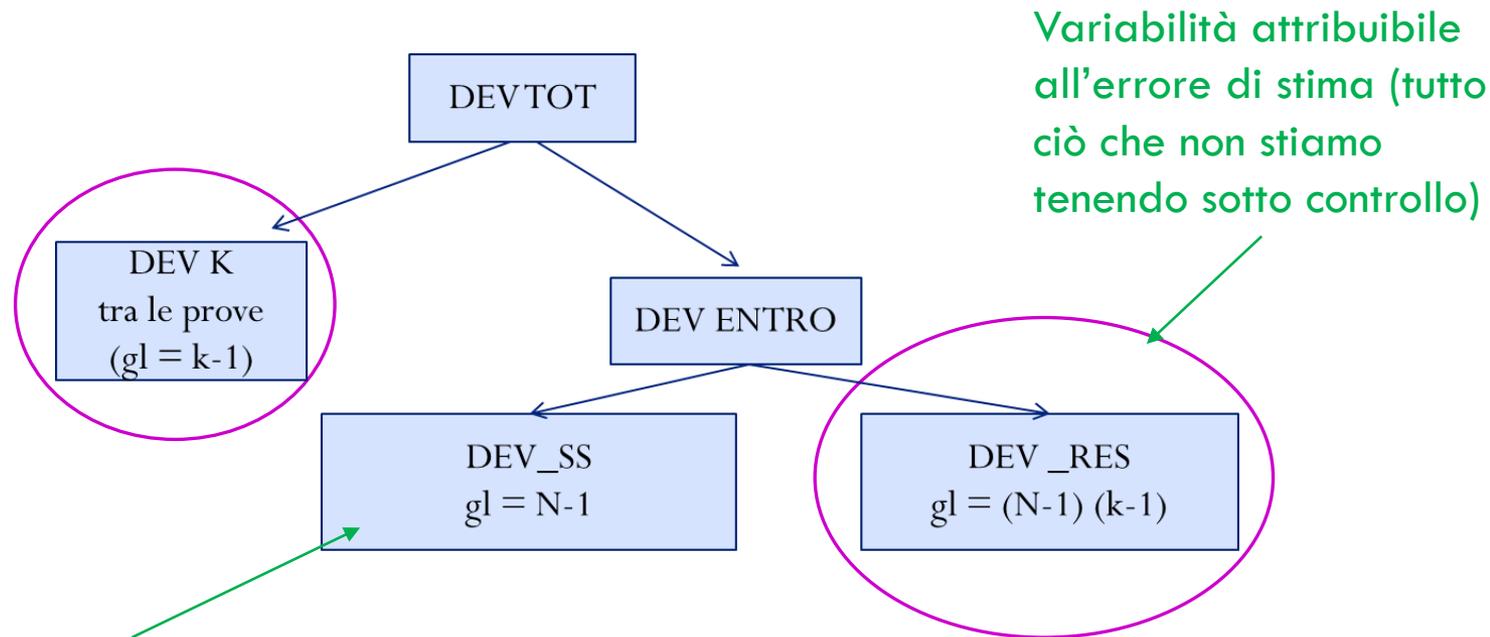
LO STUDIO DELL'ANDAMENTO DI 1 SINGOLA VARIABILE NEL TEMPO

se si indagano traiettorie di sviluppo di cambiamento
il cambiamento di una variabile (VD) è atteso in *funzione del tempo* (che
funge da VI)

- come cambia un variabile nel tempo?
- quale la forma della traiettoria?
- quale l'intensità del cambiamento?
- la traiettoria è uguale per tutti?

COME ANALIZZARE L'ANDAMENTO DI UNA VARIABILE NEL TEMPO? TREND ANALYSIS: UN ACCENNO

Riprendiamo dall'ANOVA per misure ripetute



Caratteristica distintiva dell'individuo,
data dalle medie individuali delle prestazioni osservate nelle diverse occasioni di misurazione

MA VEDIAMO CONCRETAMENTE COSA SIGNIFICA ANALIZZARE PER MISURE RIPETUTE

jamovi - Untitled

Analyses

Exploration T-Tests ANOVA Regression Frequencies Factor

	id	BI_Actual.1	BI_Actual.2	BI_Actual.3	BI_Ideal.1	BI_Ideal.2	BI_Ideal.3	RSE_s
1	1	4	4	4	4	3	4	
2	2	5	5	4	6	6	5	
3	4	5	6	5	6	5	5	
4	5	7	7	8	5	6	7	
5	7	5	5	5	5	5	5	
6	8	5	5	6	6	5	6	
7	9	7	7	7	6	6	6	
8	11	5	5		5	5		
9	13	5	5	6	5	5	6	
10	14	6	5	6	6	6	6	

(useremo il file dati D Solitudine (oppure D Reddito) anche se le variabili non sono le stesse, Selezioneremo ad es. UCLA Solitudine oppure DASS Depressione (oppure Reddito)

MA VEDIAMO CONCRETAMENTE COSA
SIGNIFICA ANALIZZARE PER MISURE RIPETUTE

M_1

Repeated Measures ANOVA



- id
- età_dicotomica
- RSE_self.1
- RSE_self.2
- RSE_self.3
- EDAM_BingeEating.1
- EDAM_BingeEating.2
- EDAM_BingeEating.3
- EDAM_MuscDysm.1
- EDAM_MuscDysm.2
- EDAM_MuscDysm.3
- BMI_ideal.1**
- BMI_ideal.2
- BMI_ideal.3
- Age.1
- Age.2
- Age.3
- filter_\$

Repeated Measures Factors

tempo

- Level 1
- Level 2
- Level 3
- Level 4

RM Factor 2

Repeated Measures Cells

→ BMI_actual.1 Level 1

BMI_actual.2 Level 2

BMI_actual.3 Level 3

Between Subject Factors

→

Covariates

→

MA VEDIAMO CONCRETAMENTE COSA SIGNIFICA ANALIZZARE PER MISURE RIPETUTE

Repeated Measures ANOVA

Within Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
tempo	19.7	2	9.84	7.67	< .001
Residual	246.4	192	1.28		

Note. Type 3 Sums of Squares

[3]

Between Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Residual	2832	96	29.5		

Note. Type 3 Sums of Squares

Post Hoc Tests

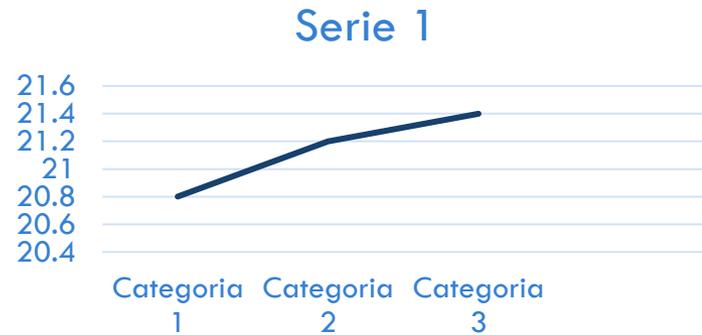
Post Hoc Comparisons - tempo

Comparison		Mean Difference	SE	df	t	Ptukey
tempo	tempo					
Level 1	- Level 2	-0.366	0.163	192	-2.25	0.066
	- Level 3	-0.635	0.163	192	-3.90	< .001
Level 2	- Level 3	-0.269	0.163	192	-1.65	0.226

MA VEDIAMO CONCRETAMENTE COSA SIGNIFICA ANALIZZARE PER MISURE RIPETUTE

Estimated Marginal Means - tempo

tempo	Mean	SE	95% Confidence Interval	
			Lower	Upper
Level 1	20.8	0.332	20.1	21.4
Level 2	21.1	0.332	20.5	21.8
Level 3	21.4	0.332	20.8	22.1



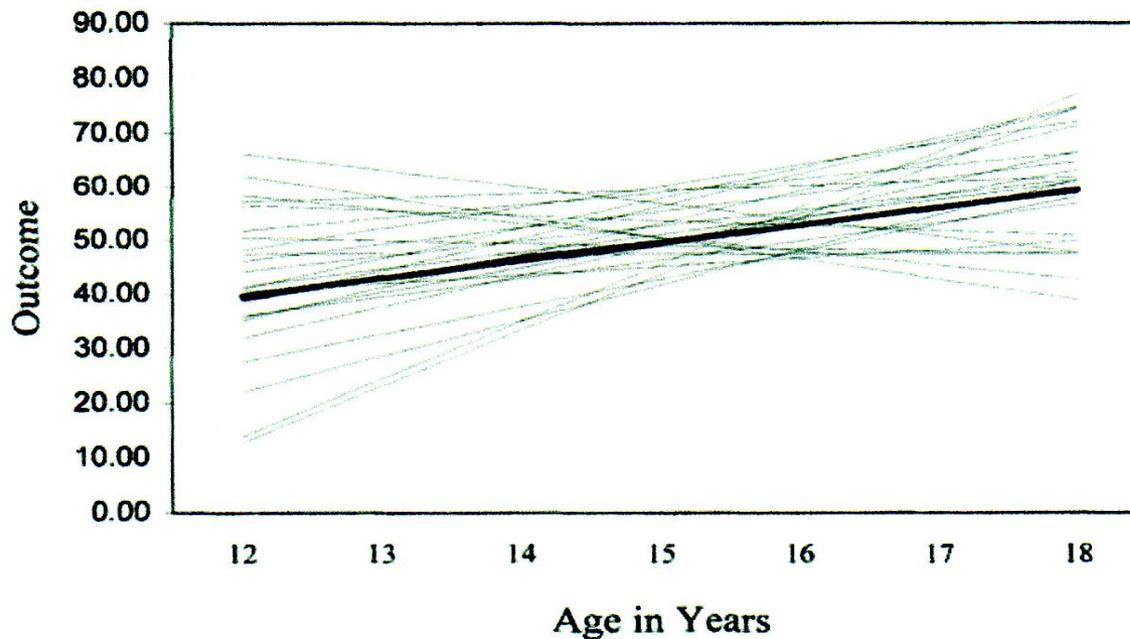
**Ma si comportano tutti secondo questo stesso trend?
Oppure c'è variabilità intorno a questo andamento medio?**

IL MODELLO DELLA CURVA O TRAIETTORIA DI SVILUPPO (O CAMBIAMENTO) INDIVIDUALE (MLM)

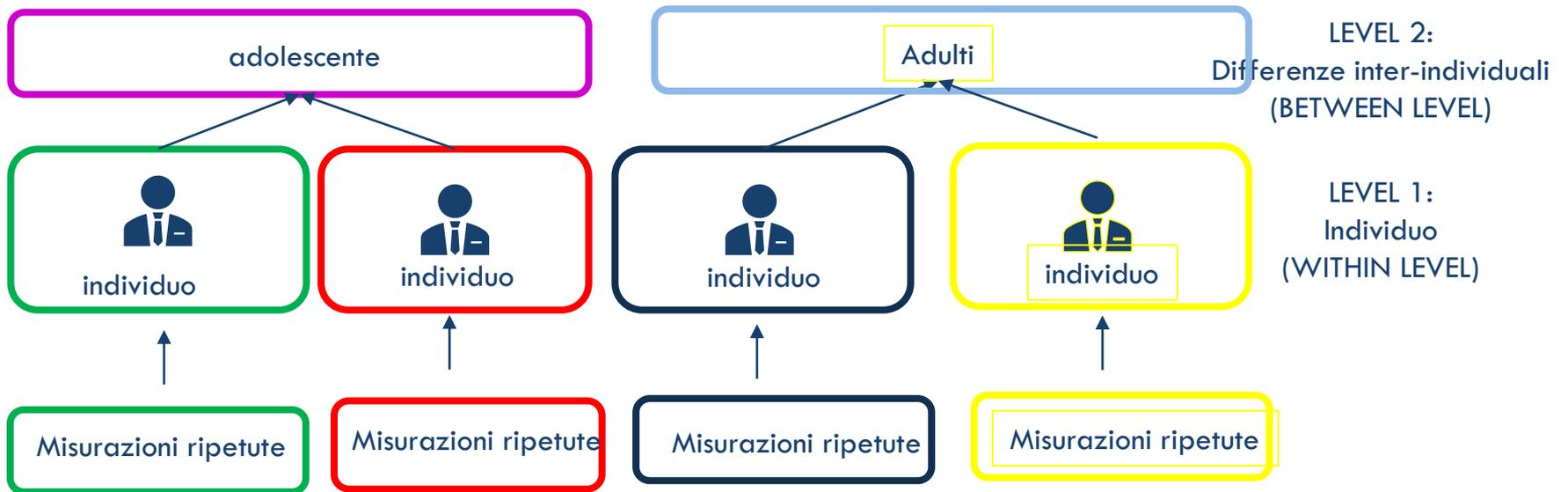
una rappresentazione grafica

(Metha & West, 2000)

INDIVIDUAL GROWTH CURVES



STRUTTURE GERARCHICHE DI DATI (MLM)



Ma perché usare MLM e lavorare sulla variabilità intrapersonale?

Non basta già guardare all'andamento attraverso tecniche inter-individuali?

DATA SET «D REDDITO»

Associazione btw e
associazione wth
possono andare
in direzioni diverse

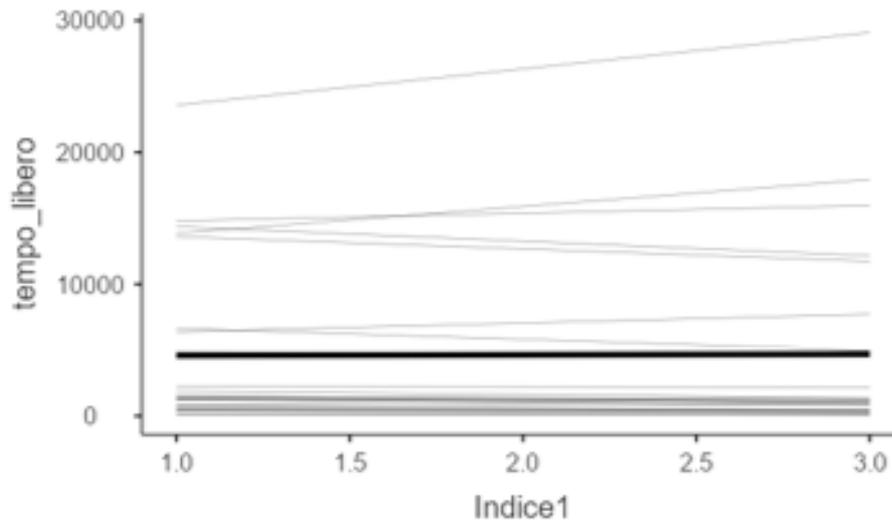


DATA SET «D REDDITO» MLM

Nel file troviamo
MEDIA per ogni individuo
Indice o occasione misurazione
Reddito osservato nelle singole occasioni
Reddito CWP
Reddito CBP

DATA SET «D REDDITO» MLM

Effects Plots



Rispetto ai nostri dati
il trend dell'investimento NON
si modifica nel tempo, ma al contempo
che ci sono differenze tra le persone
intronò all'andamento medio

INDAGARE LA TRAIETTORIA DI CAMBIAMENTO INDIVIDUALE MEDIANTE MLM

Modelli MLM: modello della curva di sviluppo individuale

- è un approccio bottom-up: specifica un modello che descrive la traiettoria di sviluppo dei punteggi della VD attraverso il tempo
- attraverso l'analisi delle traiettorie di sviluppo dei singoli individui;
- parametri: intercetta e slope medi e loro variabilità e covarianza
- permette di gestire intervalli di tempo non regolari e dati missing
- permette di testare traiettorie non lineari

MLM: LA TRAIETTORIA INDIVIDUALE DI SVILUPPO

Quali variabili quando indaghiamo una *traiettoria di sviluppo o cambiamento*?

- VD oggetto di studio
- VI = variabile tempo

Quali ipotesi statistiche:

H_0 non vi è cambiamento, il Tempo non ha effetti

Quale traiettoria? Quale la *forma* della relazione tra VD e tempo? Traiettorie possibili:

- **lineare**: si verifica *l'intensità del cambiamento (rate of change)* in un intervallo temporale, cambiamento costante da un tempo all'altro
- **quadratica**: si verifica il *cambiamento nell'intensità del cambiamento* (come accelera e decelera) in un intervallo di tempo, **cambiamento che dunque non è costante** da un tempo all'altro

MLM: LA TRAIETTORIA INDIVIDUALE DI SVILUPPO

La VI tempo va centrata su una baseline (es., 1 misurazione) per agevolare l'interpretazione degli stimatori dei parametri

Quali parametri statistici? L'effetto totale

- **Effetti fissi:** descrivono le traiettorie di sviluppo a livello del campione
 - **intercetta:** livello medio della VD quando la variabile temporale (VI) è zero (dove 0 rappresenta la baseline intorno cui la var Tempo è stata centrata)
 - **Slope (b):** intensità o grado di cambiamento nella VD al variare di ogni unità (1) temporale
- **Effetti random:** variabilità delle traiettorie di sviluppo attraverso i singoli individui
 - **intercetta:** variabilità intorno al livello medio quando la VI tempo è 0
 - **Slope (b):** variabilità nell'intensità del cambiamento

MLM: LA TRAIETTORIA INDIVIDUALE DI SVILUPPO

Qualche passaggio, dal modello più semplice a modelli di stima più complessi

modello nullo o *between-people empty model*:

unico stimatore è la media generale del set di dati attraverso tutte le persone e le occasioni di misurazione (*dove b_0 = intercetta*) + *errore di stima (dev entro)*

$$Y_{ti} = b_0 + e_{ti}$$

random intercept model o *within-person empty model*, dove b_0 è la media generale e la devianza residua viene scomposta in devianza *between people* (U_{0i}) ossia la variabilità delle medie delle singole persone intorno alla media generale + residuo (e_{ti}) ossia la variabilità individuale da occasione a occasione

$$Y_{ti} = b_0 + U_{0i} + e_{ti}$$

RANDOM → VARIABILITÀ TRA LE PERSONE

ICC Intra-class correlation coefficient: $ICC = \sigma_{BTW}^2 / (\sigma_{BTW}^2 + \sigma_{WTH}^2)$

MLM: LA TRAIETTORIA INDIVIDUALE DI SVILUPPO

modello della traiettoria di sviluppo lineare (livello 1)

▪ *Modello per gli effetti fissi:*

$$Y_{ti} = b_0 + b_1 \text{time}_{ti} + e_{ti}$$

dove b_0 rappresenta l'intercetta o valore medio osservato alla baseline (tempo base di riferimento, indicato con $\text{tempo} = 0$)

b_1 rappresenta la slope che lega la VD alla VI (tempo) e mostra l'intensità dell'incremento/ decremento lineare della VD da un unità temporale all'altra

time_{ti} rappresenta lo scarto tra $\text{time}_{\text{osservato}}$ e $\text{time}_{\text{baseline}}$, se vi sono differenze TRA un'occasione di misurazione e l'altra

NB. Se analizzo i dati con ANOVA per misure ripetute, $Y'_{ti} = b_0 + b_1 \text{time}_{ti}$ corrisponde al valore medio osservato alla i -esima occasione di misurazione

(Modello per gli effetti fissi con traiettoria di sviluppo non lineare)

$$Y_{ti} = b_0 + b_1 \text{time}_{ti} + b_2 \text{time}_{ti}^2 + e_{ti}$$

NELL'EQUAZIONE NON È INSERITA LA VARIBILITÀ TRA LE PERSONE O INTER-INDIVIDUALE

MLM: LA TRAIETTORIA INDIVIDUALE DI SVILUPPO O CAMBIAMENTO

Modello completo per la traiettoria di sviluppo (livello 1)

- *Modello include gli effetti random:*

$$Y_{ti} = b_0 + b_1 \text{time}_{ti} + U_{0i} + U_{1i} + e_{ti}$$

Variabilità
inter-individuale
intorno alla slope

dove sono incluse le componenti di variabilità o
effetti random per l'intercetta U_{0i} e per la slope U_{1i}

In accordo con la regola generale,
si sceglie infine il modello più parsimonioso:

Se gli effetti random non sono significativi, la traiettoria viene descritta dal
modello per i soli effetti fissi

DATA SET «D REDDITO» ANOVA

Menu: Data | Analyses | Edit

Icons: Exploration, T-Tests, ANOVA, Regression, Frequencies, Factor, Linear Models, medmod, JJStatsPlot, jpower

Repeated Measures ANOVA

- Reddito_t1
- Reddito_t2
- Reddito_t3
- Reddito_medio
- Tempo_Lib_medio

Repeated Measures Factors

tempo libero

tl1

tl2

tl3

Level 4

Repeated Measures Cells

Tempo_lib_t1 (tl1)

Tempo_lib_t2 (tl2)

Tempo_lib_t3 (tl3)

Between Subject Factors

Empty field for Between Subject Factors

Covariates

Empty field for Covariates

Repeated Measures ANOVA

Within Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
tempo libero	373714	2	186857	0.217	0.806
Residual	4.14e+7	48	861958		

Note. Type 3 Sums of Squares

[3]

Between Subjects Effects

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Residual	3.32e+9	24	1.38e+8		

Note. Type 3 Sums of Squares

Estimated Marginal Means

tempo libero

Estimated Marginal Means - tempo libero

tempo libero	Mean	SE	95% Confidence Interval	
			Lower	Upper
tl1	4553	1260	1953	7153
tl2	4724	1365	1907	7541
tl3	4662	1469	1630	7694

DATA SET «D REDDITO» MLM

The screenshot shows the Jamovi software interface with a data set named «D REDDITO» MLM. The data table has columns for individual ID (Indice1), occasion (Indice2), and income (CWP and CBP). A green arrow points from the title to the data table. A green circle highlights the first few rows of the data table.

Indice1	Indice2	reddito_CWP	reddito_CB
1	1	6000.00	6181.800
1	2	6180.00	6181.800
1	3	6365.40	6181.800
1	1	6400.00	6593.920
2	2	6592.00	6593.920
2	3	6789.76	6593.920
3	1	7200.00	7418.160
3	2	7416.00	7418.160
3	3	7638.48	7418.160
4	1	8100.00	8540.100
4	2	8343.00	8540.100
4	3	9177.30	8540.100
5	1	10200.00	10854.160
5	2	11016.00	10854.160
5	3	11346.48	10854.160
6	1	13000.00	13706.333
6	2	13390.00	13706.333
6	3	14729.00	13706.333
7	1	15200.00	15444.213
7	2	14896.00	15444.213
7	3	16236.64	15444.213
8	1	16100.00	16043.113
8	2	15778.00	16043.113
8	3	11251.34	16043.113
9	1	17200.00	17139.227
9	2	17361.68	17139.227
9	3	17000.00	17139.227
10	1	19620.00	20257.200
10	2	19620.00	20257.200

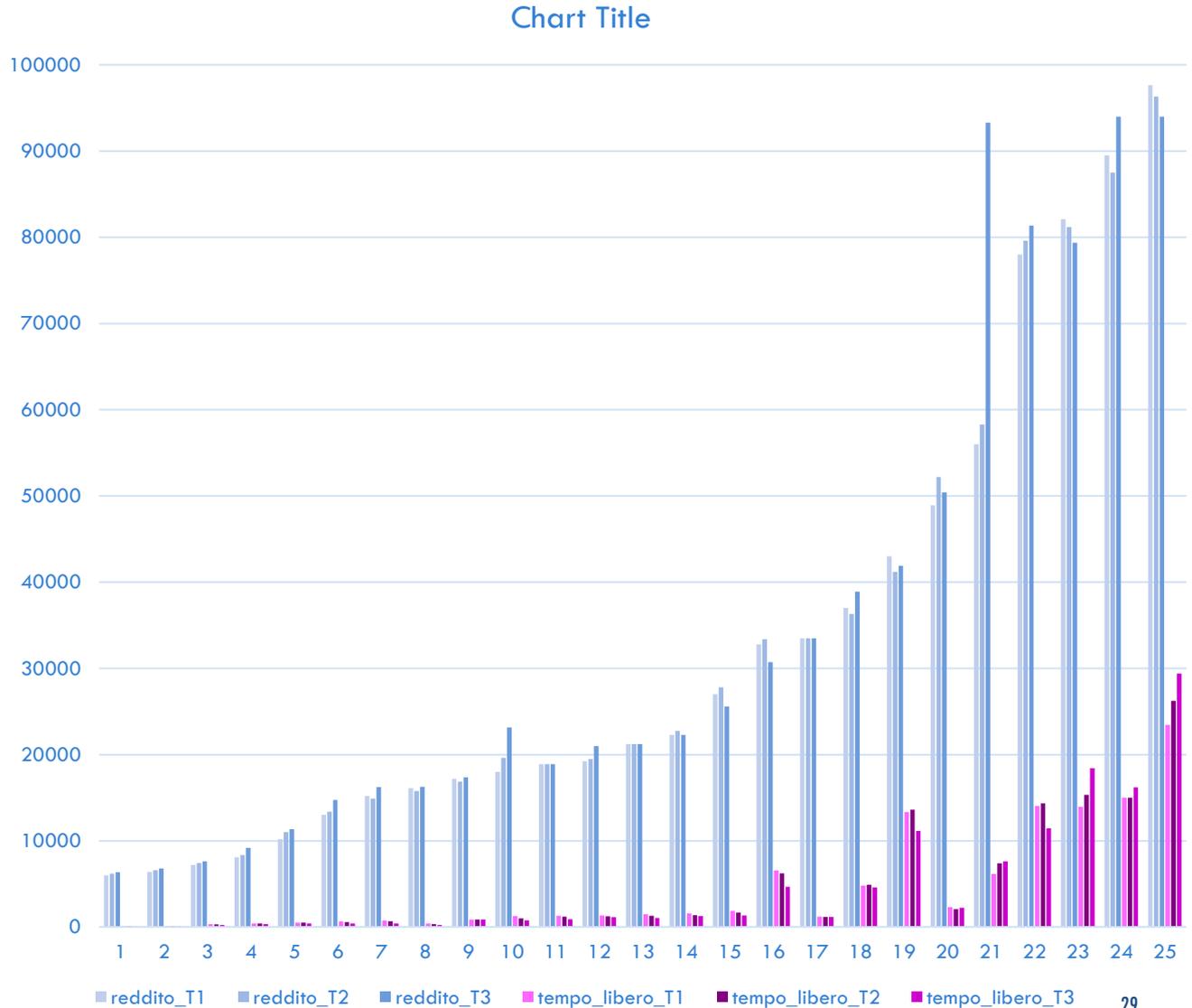
Nel file troviamo
MEDIA per ogni individuo
Indice o occasione misurazione
Reddito osservato nelle singole occasioni
Reddito CWP
Reddito CBP

Ma perché usare MLM e lavorare sulla variabilità intrapersonale?

Non basta già guardare all'andamento attraverso tecniche inter-individuali?

DATA SET «D REDDITO»

Associazione btw e
associazione wth
possono andare
in direzioni diverse



oltre ai valori osservati di reddito e tempo libero, possiamo calcolare MEDIA per individuo e scostamento per ogni punteggio osservato dalla media dell'individuo stesso (CWP)

DATA SET «D» MLM

Mixed Model

Dependent Variable: tempo_libero

Covariates: Indice1

Cluster variables: id

Estimation: REMI, Confidence intervals: 0.95

Mixed Model

Random Coefficients: Intercept | id, Indice1 | id

Effects correlation: Not correlated

Tests: LRT for Random Effects

Covariates conditioning, Covariates labeling, Dependent variable

Per ora usiamo i dati osservati

Occasione di misurazione

DATA SET «D» MLM

Effetti fissi: intercetta e coefficiente b di cambiamento

Effetti random intorno all'intercetta e al coefficiente b

Model Results

Fixed Effect Omnibus tests

	F	Num df	Den df	p
Indice1	0.0922	1	24.0	0.764

Note. Satterthwaite method for degrees of freedom

Fixed Effects Parameter Estimates

Names	Estimate	SE	95% Confidence Interval		df	t	p
			Lower	Upper			
(Intercept)	4537.5	1204	2178	6897	24.0	3.770	< .001
Indice1	54.3	179	-296	405	24.0	0.304	0.764

sig effetti fissi

Random Components

Groups	Name	SD	Variance	ICC
id	(Intercept)	5987	3.58e+7	0.996
	Indice1	848	719049	
	Residual	401	160817	

Note. Number of Obs: 75 , groups: id 25

Test di significatività del modello con vs senza l'aggiunta dell'effetto random

Random Effect LRT

Test	N. par	AIC	LRT	df	p
(1 id)	4	1447	136.6	1.00	< .001
Indice1 in (0 + Indice1 id)	4	1342	32.2	1.00	< .001

DATA SET «D» MLM

Effetti fissi: intercetta è significativa
coefficiente b di cambiamento non è significativo

Effetti random intorno all' intercetta è sig e pertanto vi è variabilità intorno alla media generale: per 2/3 dei partecipanti la VD TL varia tra 4537 ± 5987

Effetti random intorno al coeff. b migliorano il modello, pertanto vi è variabilità intorno al grado di incremento: per 2/3 dei partecipanti il grado di cambiamento è 54 ± 848

Model Results

Fixed Effect Omnibus tests

	F	Num df	Den df	p
Indice1	0.0922	1	24.0	0.764

Note. Satterthwaite method for degrees of freedom

Fixed Effects Parameter Estimates

Names	Estimate	SE	95% Confidence Interval		df	t	p
			Lower	Upper			
(Intercept)	4537.5	1204	2178	6897	24.0	3.770	< .001
Indice1	54.3	179	-296	405	24.0	0.304	0.764

Random Components

Groups	Name	SD	Variance	ICC
id	(Intercept)	5987	3.58e+7	0.996
	Indice1	848	719049	
Residual		401	160817	

Note. Number of Obs: 75 , groups: id 25

Random Effect LRT

Test	N. par	AIC	LRT	df	p
(1 id)	4	1447	136.6	1.00	< .001
Indice1 in (0 + Indice1 id)	4	1342	32.2	1.00	< .001

sig effetti fissi

quota d'errore che il modello ancora non cattura

Miglior con effetti rand

DATA SET «D REDDITO» MLM

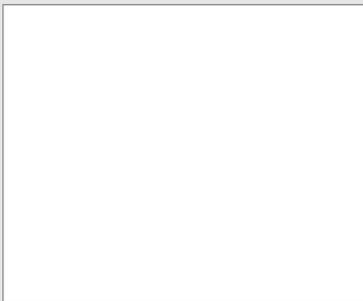
Mixed Model

Percentiles 50 ± 01set

25 %

> Post Hoc Tests

Plots



Horizontal axis
→

Separate lines
→

Separate plots
→

Display

- None
- Confidence intervals
- Interval %
- Standard Error

Plot

- Observed scores
- Y-axis observed range
- Random effects

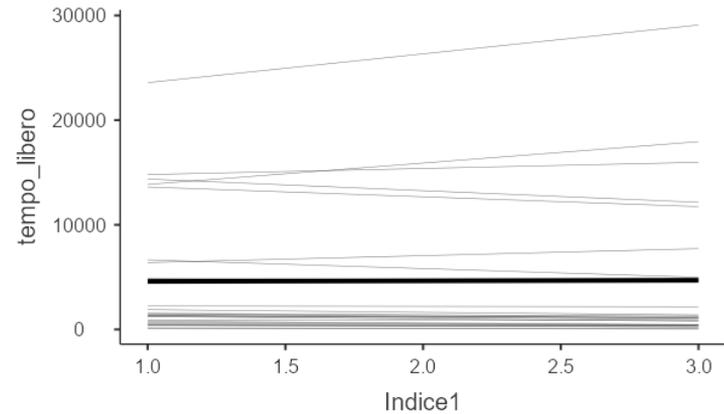
> Simple Effects

> Estimated Marginal Means

Random Effect LRT

Test	N. par	AIC	LRT	df	p
(1 id)	4	1447	136.6	1.00	< .001
Indice1 in (0 + Indice1 id)	4	1342	32.2	1.00	< .001

Effects Plots



Note: Random effects are plotted by id