DISEÑOS CON MEDIDAS REPETIDAS

En ocasiones, la planificación de una determinada investigación supone realizar diversas mediciones a un mismo grupo de individuos, configurándose así la aplicación de *diseños de medidas repetidas* o también denominados *diseños intra-sujetos* y *diseños intra-grupo*. A diferencia de los *diseños entre-sujetos*, la variable dependiente utilizada en la investigación está compuesta de más de una medición para cada sujeto, de ahí la denominación de diseño de 'medidas repetidas'. Dada esta situación se puede analizar el efecto del tratamiento comparando las diversas puntuaciones alcanzadas por los sujetos *dentro* de un grupo, derivando de ello el nombre de diseños 'intra-grupo', no siendo necesario comparar las puntuaciones de los diferentes grupos de sujetos entre sí, aspecto identificativo en los diseños *entre-sujetos*.

Ejemplo:

-Comparar si la puntuación de Prejuicio Manifiesto y Prejuicio Sutil difieren de forma estadísticamente significativa (Diseño A= 2).

-Comparar si la puntuación de depresión varía a lo largo de tres momentos de medición: línea base, fase 1 de la terapia y fase 2 de la terapia (Diseño A=3).

Los diseños de medidas repetidas también pueden tener una sola variable independiente o factor de varianza sistemática primaria o pueden tener más de un factor y plantear hipótesis de interacción entre los factores de medidas repetidas.

DISEÑOS CON MEDIDAS REPETIDAS

Los *diseños de medidas repetidas* presentan mayor potencia que los *diseños entre-sujetos* ya que la varianza del término de error utilizada en el análisis está despojada de la variabilidad atribuida a las diferencias individuales, conceptualizadas en el *diseño de medidas repetidas* como un 'factor sujeto' que adopta los supuestos de un *modelo de efectos aleatorios*. Es decir, dado que las comparaciones no son *entre* los grupos sino *dentro* de los grupos, la variabilidad atribuida a las diferencias individuales *entre* los sujetos es eliminada del término de error, aumentándose con ello la potencia de la prueba estadística a aplicar.

La aplicación de *diseños de medidas repetidas* supone una serie de ventajas e inconvenientes relacionadas con las características intrínsecas del diseño. Dado que un mismo grupo de sujetos recibe más de un tratamiento, el número de sujetos que se necesitan para completar la investigación es menor, en comparación con los diseños *entre-sujetos*, conceptualizándose como una ventaja práctica importante dada la dificultad para completar las muestras dentro de la psicología aplicada.

DISEÑOS CON MEDIDAS REPETIDAS

Uno de los principales inconvenientes de *los diseños de medidas repetidas* se relaciona con la actuación de los sujetos y sus puntuaciones en la variable dependiente. Puesto que son los mismos sujetos los que reciben cada una de las condiciones experimentales, la variable sujeto se convierte en un factor que puede suponer un efecto *sistemático* dando lugar a la aparición de correlación o dependencia entre los datos. Por eso es necesario valorar el grado de esfericidad.

Gran parte de los efectos residuales (el *orden* de la administración de las condiciones experimentales) podría tener un efecto sobre la ejecución del individuo pueden ser parcialmente controlados utilizando *técnicas de contrabalanceo* respecto al orden de administración de los tratamientos o asignación aleatoria del orden de aplicación de los tratamientos para cada sujeto.

DISEÑOS CON MEDIDAS REPETIDAS

Ecuación estructural: ⇓

$$Y = \bar{Y} + A + S + A \times S$$

$$A = M_A - M$$

$$SC_{intra_A} = A^2$$

$$S = M_S - M$$

$$SC_{entre_S} = S^2$$

$$AS = M_{AB} - M - A - S$$

$$SC_{residual_{A \times S}} = AS^2$$

Error/residual:
A *x* S

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño con medidas repetidas

Ecuación estructural: ⇓

$$Y = \bar{Y} + A + S + \boxed{A \times S}$$

Variable Dependiente

Media general

Efectos principales de los factors

Error

n A × S = 1

TÉRMINO DE ERROR

Variable Independiente de Tratamiento

Variable Independiente de Sujetos de EFECTOS ALEATORIOS:
Factor de Bloqueo

Diseño con medidas repetidas

Características:

1º. Diseño factorial completo

2º. El factor sujeto no forma parte de la hipótesis experimental

3º. La variable sujeto que actúa com un factor de bloquo es de efectos aleatorios: las condiciones experimentales representan una *muestra* de todos los niveles de la variable sujeto

4º. La interacción entre la variable sujeto de efectos aleatorios y la variable de tratamiento de efectos fijos ($A \times S$) se utiliza en la prueba de hipótesis como el término de error de la variable de tratamiento

$$(F_A = MC_A / MC_{A \times S})$$

5º. Destacar el problema de la dependencia serial o efectos de orden

Aleatorizar el orden de administración de la variable de tratamiento o bloquear el orden y los sujetos en un diseño de Cuadrado Latino

Diseño con medidas repetidas

Características:

6º. Destacar el problema de la correlación del término de error

Afecta el Error de Tipo I

ACTUACIÓN METODOLÓGICA

(1) **comprobar el grado de la correlación** para ajustar la distribución muestral del estadístico de referencia (la distribución muestral del error de *Tipos I* del estadístico)

o

(2) en la **prueba de hipótesis** que se realice, corregir el efecto de la correlación

ALTERNATIVAS DE ANÁLISIS

(1) **CORREGIR LOS GRADOS DE LIBERTAD DE LA *F* TEÓRICA**: para hacer la comparación del estadístico de la prueba de la hipótesis con el valor de *F* teórica corregida

o

(2) optar por una solución **multivariada** y considerar en dicha prueba la correlación que realmente existe entre los residuales

Datos y medias

Tabla de resultados

A: Haloperidol **S: Sujetos**

S	$a1$	$a2$	$a3$	$\bar{Y}_{s.}$
1	22	14	12	16
2	27	21	12	20
3	21	15	9	15
4	25	15	11	17
5	10	10	1	7
$\bar{Y}_{a.}$	21	15	9	$\bar{Y} = 15$

S=5, N= 15, n=5

Estimación de Efectos

Tabla de efectos

A: Haloperidol **S: Sujetos**

S	a_1	a_2	a_3	$\hat{\pi}.$
1	0	-2	2	1
2	1	1	-2	5
3	0	0	0	0
4	2	-2	0	2
5	-3	3	0	-8
$\hat{\alpha}.$	6	0	-6	$\bar{Y} = 15$

A × S

Desarrollo de la ecuación estructural

N	a	S	Y	$\bar{Y}$	y	A	S	A × S
1	1	1	22	15	7	6	1	0
2	1	2	27	15	12	6	5	1
3	1	3	21	15	6	6	0	0
4	1	4	25	15	10	6	2	2
5	1	5	10	15	-5	6	-8	-3
6	2	1	14	15	-1	0	1	-2
7	2	2	21	15	6	0	5	1
8	2	3	15	15	0	0	0	0
9	2	4	15	15	0	0	2	-2
10	2	5	10	15	-5	0	-8	3
11	3	1	12	15	-3	-6	1	2
12	3	2	12	15	-3	-6	5	-2
13	3	3	9	15	-6	-6	0	0
14	3	4	11	15	-4	-6	2	0
15	3	5	1	15	-14	-6	-8	0
	SC				682	360	282	40
	gl				14	2	4	8
	MC			.	48.7	180.0	70.5	5.0

Análisis de la varianza

ANOVA de medidas repetidas A = 3
Solución Mixta

Fuentes	*SC*	*gl*	*MC*	*Razón F*	*p*
A	**360**	**2**	**180**	**36**	$< .050$
S	**282**	**4**	**70.5**		
A x S	**40**	**8**	**5**		
Total	**682**	**14**			

$$F_{tablas\ (2,\ 8,\ .05)} = 4.459$$

Supuestos a observar en el diseño de medidas repetides
ESFERICIDAD

-Supuesto de **esfericidad** en los diseños de medidas repetidas.
-Cuando **A > 2**: analizar si se cumple el supuesto de esfericidad.
-Si no se cumple el supuesto de esfericidad entonces **ajustar los grados de libertad del valor de la *F* teórica** que se utilizará como valor tabular de comparación con la *F* empírica en el contraste de hipótesis.

Validez de Conclusión Estadística: matriz poblacional es **esférica**

- En caso contrario la F está **sobreestimada**

Corregir el problema: **disminuir** **los grados de libertat de la distribución muestral en una proporción denominada 'épsilon' (ε)**

$$gl_A^{*} = \varepsilon\, gl_A$$

$$gl_{ERROR}^{*} = \varepsilon\, gl_{ERROR}$$

$$\rightarrow F_{(gl_A^{*},\; gl_{ERROR}^{*})}$$

Validez de Conclusión Estadística: matriz poblacional es **esférica**

La violación del supuesto de independencia afecta al **Error de Tipo I** y a la **potencia**

Barcikowsky (1981):
autocorrelación 0.30 y N = 50, el **alfa = 0.68**
(y no 0.05)

La posibilidad de rechazar erróneamente la H_0 se ha incrementado en tres

Validez de Conclusión Estadística: matriz poblacional es **esfèrica**

•'épsilon' (ε)

Épsilon Mínimo $\varepsilon_{mín}$	$\hat{\varepsilon}$ de Box	ε de Huynh y Feldt
$\dfrac{1}{a-1}$	$gl_A^* = \hat{\varepsilon}\, gl_A$ $gl_E^* = \hat{\varepsilon}\, gl_E$	$gl_A^* = \tilde{\varepsilon}\, gl_A$ $gl_E^* = \tilde{\varepsilon}\, gl_E$

$gl_A^* \quad \varepsilon_m \quad gl_A$

$gl_E^* \quad \varepsilon_m \quad gl_E$

Corrección de los grados de libertad en una proporción denominada 'épsilon' (ε)

Resultados del contraste señalan: ***F*(2, 8)**=5.32

Épsilon	Valor ε	gl_A*	gl_E*	F_{TABLAS}
SIN corrección	1	2	8	4.459
$\varepsilon_{mín}$	1/2	1	4	7.709
ε de Box	0.840	1.680	6.720	5.987
ε de Huynh y Feldt	1.379	2	8	4.459

+

-

Conservadora

¿Univariado o Multivariado?

Matriz No es esférica

Multivariada mantiene el alfa = 0.05

Univariada NO mantiene el alfa = 0.05

Corregir Grados de Llibertad con ε

Matriz ES esférica

+ Potencia: Univariada

Si ε ≈ 0.85

Maxwell (1980):

$$\frac{\varepsilon + \varepsilon}{2}$$

Redacción de los resultados: *d* de Cohen en los diseños de medidas repetidas

$$\text{Cohen's } d_z = \frac{M_{\text{diff}}}{\sqrt{\frac{\sum (X_{\text{diff}} - M_{\text{diff}})^2}{N-1}}}$$

where the numerator is the difference between the mean (M) of the difference scores and the comparison value μ (e.g., 0), and the denominator is the standard deviation of the difference scores (S_{diff}). The effect size estimate Cohen's d_z can also be calculated directly from the t-value and the number of participants using the formula provided by Rosenthal (1991):

$$\text{Cohen's } d_z = \frac{t}{\sqrt{n}} \tag{7}$$

DISEÑOS CON MEDIDAS parcialmente REPETIDAS Diseño Mixto

Disseny de mesures parcialment repetides

$$\mathbf{Y = M + A + B + S/A + AB + BS/A} \qquad [11]$$

FACTOR 'ENTRE-GRUPOS': A

FACTOR 'INTRA-GRUPOS': B

Graus de llibertat:

principales es el número de niveles del factor menos 1, para la interacción la multiplicación entre los grados de libertad de los factores implicados y para el término de error de la fuente de varianza *entre*, *S/A*, será $a\,(n-1)$ mientras que para el error de la fuente de varianza *intra* los grados de libertad se obtienen como $a\,(n-1)\,(b-1)$. Trabajemos con un nuevo ejemplo.

Graus de llibertat:

- **-A: a-1**
- **-Error '*entre*' (S/A): a(n-1)**
- **-B: b-1**
- **-AB: (a-1)(b-1)**
- **-Error '*intra*' (BxS/A): (b-1)(a(n-1))**

Estimació d'efectes:

$$\mathbf{A} = \mathbf{M}_{A} - \mathbf{M}$$

$$\mathbf{S/A} = \mathbf{M}_{S/A} - \mathbf{M} - \mathbf{A}$$

$$\mathbf{B} = \mathbf{M}_{B} - \mathbf{M}$$

$$\mathbf{AB} = \mathbf{M}_{AB} - \mathbf{M} - \mathbf{A} - \mathbf{B}$$

$$\mathbf{BS/A} = \mathbf{M}_{BS/A} - \mathbf{M} - \mathbf{A} - \mathbf{S/A} - \mathbf{B} - \mathbf{AB}$$

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseños mixtos

Ecuación estructural: ⇓

$$Y = \overline{Y} + A + B + S/A + AB + BS/A$$

DISEÑOS 'Split-Plot'
Factor A: 'Entre'
Factor B: 'Intra'

S/A: Error del factor entre-sujetos

BxS/A: Error del factor intra-sujetos (B y AB)

Matriz de resultados

A: habilidades **B: conflicto**

	S	$b1$	$b2$	$\bar{Y}_{A.}$	$\bar{Y}_{S/A}$(media).
$a1$	1	13	17		15
	2	16	18		17
	3	12	20		16
	4	15	25	Media a1 17	20
$a2$	5	14	28		21
	6	22	28		25
	7	18	30		24
	8	18	26	Media a2 23	22
	b	16	24		M= 20

Datos y medias

Matriz de resultados

B: conflicto

A: habilidades

A	S	*b*1	*b*2
*a*1	1	13	17
*a*1	2	16	18
*a*1	3	12	20
*a*1	4	15	25
*a*2	5	14	28
*a*2	6	22	28
*a*2	7	18	30
*a*2	8	18	26

Medias AB

	*b*1	*b*2
*a*1	14	20
*a*2	18	28

M= 20

Efectos estimados

Matriz de resultados

A: habilidades **B: conflicto**

	S	$b1$	$b2$	Efecto$_{A.}$	Efecto$_{S/A.}$
$a1$	1	1	-1		-2 (15-20-(+3))
	2	2	-2		0
	3	-1	1		-1
	4	-2	2	a1 -3	3
$a2$	5	-2	2		-2
	6	2	-2		2
	7	-1	1		1
	8	1	-1	a2 3	-1
b		-4	4		

M= 20

Efectos estimados

Matriz de resultados

A: habilidades **B: conflicto**

	S	$b1$	$b2$	Efecto A.
$a1$	1	1	-1	
	2	2	-2	
	3	-1	1	
	4	-2	2	a1 -3
$a2$	5	-2	2	
	6	2	-2	
	7	-1	1	
	8	1	-1	a2 3
b		-4	4	

Efectos AB

	$b1$	$b2$
$a1$	1	-1
$a2$	-1	1

M= 20

Análisis de la varianza

ANOVA de medidas parcialmente repetidas 2x2. Solución Mixta

Fuentes	*SC*	*gl*	*MC*	*Razón F*	*p*
A	144	1	144	18	<0.050
S	48	6	8		
B	256	1	256	38.4	<0.050
AB	16	1	16	2.4	>0.050
BA/S	40	6	6.667		
Total	504	15			

Realizar el ejercicio con SPSS