TEMA 4
ELABORACIÓN Y COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

MODELO LINEAL GENERAL

- Modelo estadístico
- Describe una combinación lineal de los efectos aditivos que forman la puntuación en la variable dependiente *Y*

MODELO LINEAL GENERAL

- Permite representar muchos posibles modelos para mostrar la relación estadística entre V.I.-V.D.

- El modelo más adecuado será el más simple y que permita describir de forma válida la realidad con el menor error

Media poblacional μ

Media de la muestra M proporcionada por los valores en la variable dependiente Y:

23, 11, 12, 26, 39, 38, 23, 28

M= 25

Fl ... ia

Las diferencias se pueden atribuir:
-Variable Independiente de Tratamiento
-Fluctuaciones de muestreo
-Errores de medición
-.....

Análisis de un estudio comparativo con una prueba de significación estadística:

diseño univariado completamente aleatorio entre-grupos con un factor

SUPUESTO
¿La indefensión aprendida produce déficits depresivos?

A → Shock	Y → Tiempo	M_a
a_1 Escapable	23, 11, 12, 26	18
a_2 No Escapable	39, 38, 23, 28	32

M = 25

N | **n** | **Hipótesis Nula, Hipótesis Alternativa**

Hipótesis Experimental | **V. D. (Y)** | **V. I. (A): a_1, a_2**

Metodología

Diseño

Ecuación Estructural del Diseño de Investigación:

¿Y = ?

SUPUESTO

Media poblacional μ

Media de la muestra M proporcionada por los valores en la variable dependiente Y:

a_1	**23, 11, 12, 26,**	**39, 38, 23, 28**	a_2
	ESCAPABLE	NO ESCAPABLE	

M= 25

Fl … ia

Las diferencias se pueden atribuir:
- **Variable Independiente de Tratamiento**
- **Fluctuaciones de muestreo**
- **Errores de medición**
- **.....**

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Y_1 $A = 2$ → a_1, a_2

Diseño Unifactorial

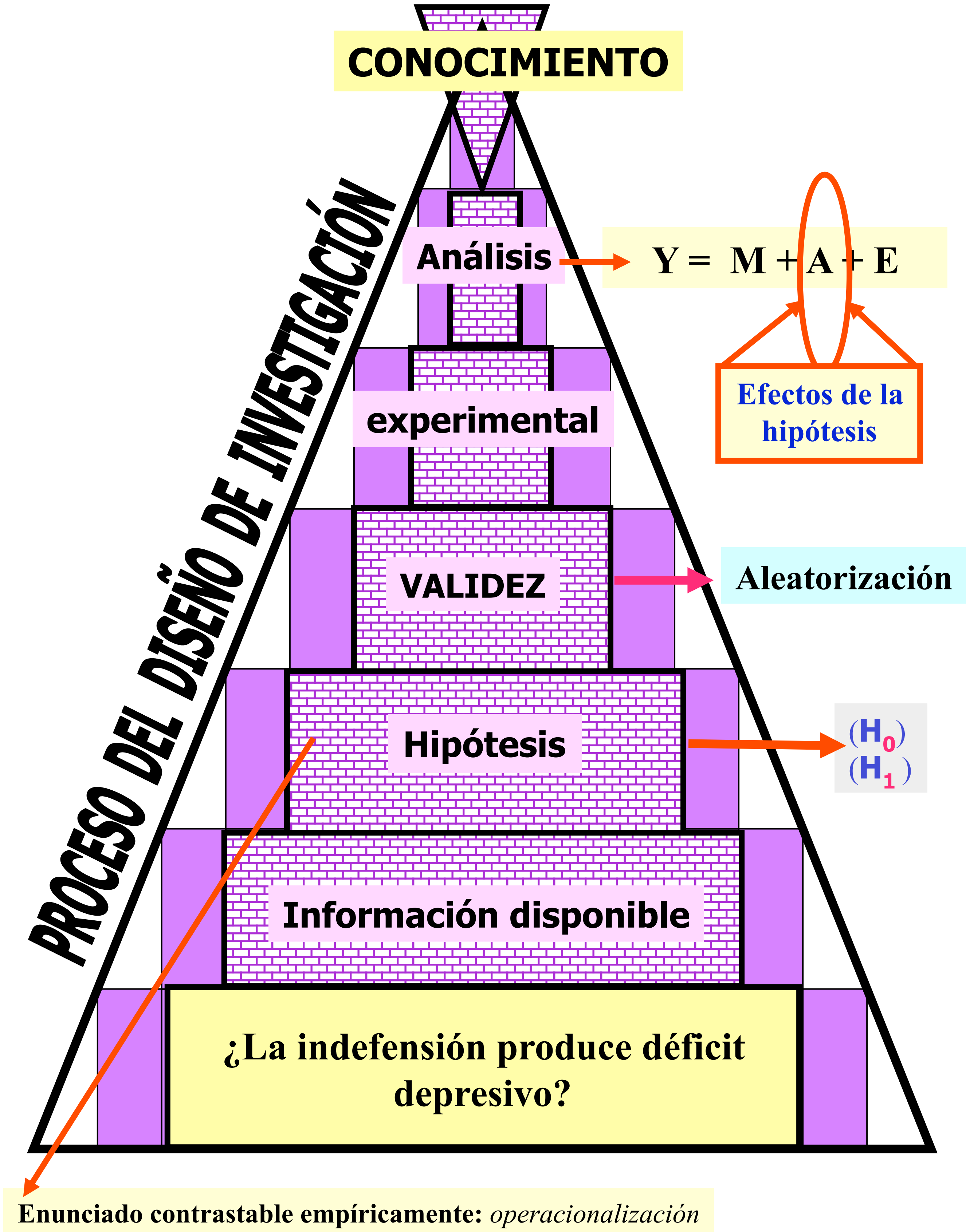
$$Y = M + A + E$$

Y: Puntuación en la variable dependiente

M: Media de la muestra en la VD

A: Efecto estimado del Factor o VI en la VD

E: Error de estimación del modelo


CONOCIMIENTO
PROCESO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
Análisis
Y = M + A + E
Efectos de la hipótesis
experimental
VALIDEZ
Aleatorización
Hipótesis
(H_0)
(H_1)
Información disponible
¿La indefensión produce déficit depresivo?
Enunciado contrastable empíricamente: *operacionalización*

EJERCICIO
¿La indefensión aprendida produce déficits depresivos?

Hipótesis Nula: los dos grupos de puntuaciones pertenecen a poblaciones que tienen la misma media (μ) y varianza (σ)

$$H_0 \equiv \mu_1 = \mu_2 = \mu$$

Hipótesis Alternativa: $H_1 \equiv \mu_1 \neq \mu_2$

Por qué los datos de los dos grupos difieren:
-¿por el efecto de la variable independiente? (varianza *entre*)
-¿por la variabilidad aleatoria? (varianza *intra*)

ESTIMEMOS LA VARIANZA QUE SE PRODUCE EN CADA UNA DE LAS FUENTES DE VARIANZA QUE PLANTEE LA ECUACIÓN ESTRUCTURAL (denominadas varianza '*entre*' o del tratamiento y varianza '*intra*' o del error) CUYA SUMA NOS DARÁ LA VARIANZA TOTAL

Modelo Estadístico:

descomponer los valores de Y en función de los FACTORES o fuentes de variación que considere el Diseño de Investigación

Varianza Total de las observaciones = Varianza Explicada (*entre*) + Varianza NO Explicada (*intra*)

Variable Independiente de Tratamiento

Efectos no explicados por el modelo teórico

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

Nos permite analizar los resultados comparando dos estimaciones de la *varianza poblacional*

1) **A partir de las medias de los grupos (*entre*)**
BETWEEN GROUP VARIANCE

2) **A partir de la varianza media *dentro* (*intra*) de cada grupo: cómo los sujetos de un mismo grupo difieren entre sí**
WITHIN GROUP VARIANCE

Si H_0 es verdadera, esas dos estimaciones serán IGUALES y su razón será 1

Si H_0 es falsa, entonces las medias de los grupos será mayor que la esperada por azar provocando que la estimación de la varianza *entre-grupos* sea mayor que la estimada *intra-grupos* (el valor de la razón *entre/intra* será mayor a 1)

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

Nos permite analizar los resultados comparando dos estimaciones de la

Ra

NCE

CE

Razón F =

$$\frac{\text{Varianza poblacional estimada a partir de la varianza de las medias de los grupos (entre-grupos)}}{\text{varianza poblacional estimada a partir de la varianza intra-grupo}}$$

ECUACIÓN ESTRUCTURAL:

$$Y = M + A + E$$

Se realiza una descomposición de las puntuaciones de la Variable Dependiente (Y) entres sus componentes:

***Media General (M): la media aritmética de todos los datos**

***El efecto de la Variable Independiente (A):**
en qué grado las puntuaciones de un grupo tienen una media diferente de la media general ($M_a - M$)

***La influencia de los factores aleatorios o Error (E) (Y-M-A)**

	Sujeto	Y	M_a	M	A	E
a_1	Rata 1	23	18	25	-7	5
a_1	Rata 2	11	18	25	-7	-7
a_1	Rata 3	12	18	25	-7	-6
a_1	Rata 4	26	18	25	-7	8
a_2	Rata 5	39	32	25	7	7
a_2	Rata 6	38	32	25	7	6
a_2	Rata 7	23	32	25	7	-9
a_2	Rata 8	28	32	25	7	-4
					$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$

$\Sigma a1 = 0$

$\Sigma a2 = 0$

$$A = M_a - M$$

$$E = Y - M - (M_a - M) = Y\text{-}M\text{-}A$$

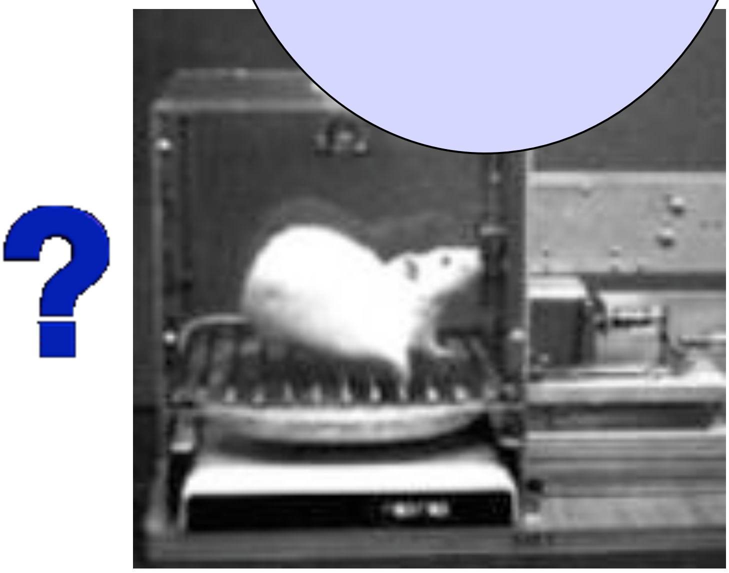
25

	a_2	a_1
M_a	32	18
A	+7	-7

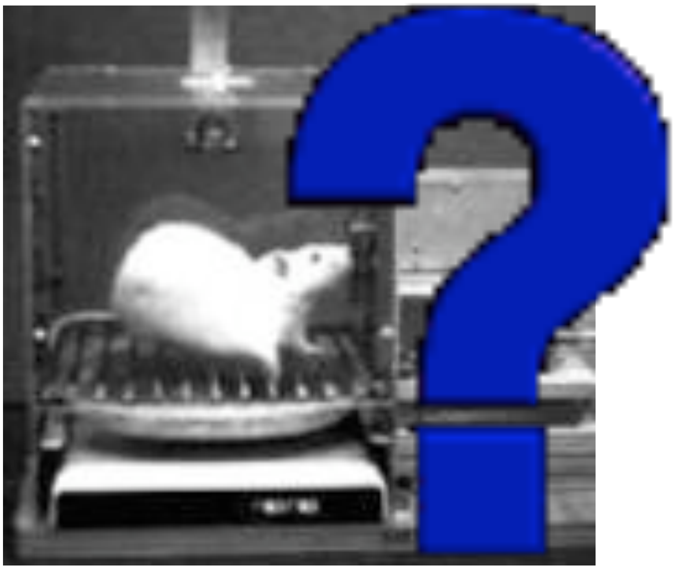
$\Sigma\ \alpha = 0$

	Sujeto	Y
a_1	Rata 1	23
a_1	Rata 2	11
a_1	Rata 3	12
a_1	Rata 4	26
a_2	Rata 5	39
a_2	Rata 6	38
a_2	Rata 7	23
a_2	Rata 8	28

¿Por qué la Rata 3 tardó 12 segundos en recorrer el laberinto?



	Sujeto	Y
a_1	Rata 1	23
a_1	Rata 2	11
a_1	Rata 3	12
a_1	Rata 4	26
a_2	Rata 5	39
a_2	Rata 6	38
a_2	Rata 7	23
a_2	Rata 8	28

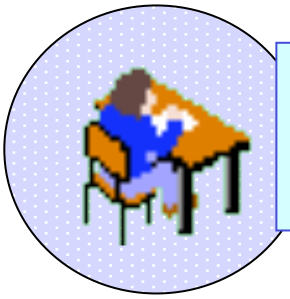


ECUACIÓN ESTRUCTURAL:

$$Y = M + A + E$$

$$12 = 25 + (-7) + (-6)$$

Media general de 25 más -7 por el efecto de estar en la condición de Shock Escapable (a_1) más -6 sobre la media de su grupo



EJERCICIO: DESARROLLAR LA ECUACIÓN ESTRUCTURAL

ECUACIÓN ESTRUCTURAL

$$Y = M + A + E$$

$$\left.\begin{aligned}
23 &= 25 + (-7) + 5\\
11 &= 25 + (-7) + (-7)\\
12 &= 25 + (-7) + (-6)\\
26 &= 25 + (-7) + 8
\end{aligned}\right\} \quad \Sigma e = 0$$

$$\left.\begin{aligned}
39 &= 25 + 7 + 7\\
38 &= 25 + 7 + 6\\
23 &= 25 + 7 + (-9)\\
28 &= 25 + 7 + (-4)
\end{aligned}\right\} \quad \Sigma e = 0$$

$\Sigma \alpha = 0$ $\Sigma e = 0$

Modelo Estadístico:

descomponer los valores de Y en función de los FACTORES o fuentes de variación que considere el Diseño de Investigación

Varianza Total de las observaciones = Varianza Explicada + Varianza NO Explicada

Variable Independiente de Tratamiento

Efectos no explicados por el modelo teórico

Varianza Total de las observaciones = **Varianza Explicada** + **Varianza NO Explicada**

$$Y - \hat{Y} = A + E$$

$$y$$

Y		$\hat{Y}$		A		E
23		25		-7		5
11		25		-7		-7
12		25		-7		-6
26	-	25	=	-7	+	8
39		25		7		7
38		25		7		6
23		25		7		-9
28		25		7		-4

$\sum = 0$ $\qquad$ $\sum = 0$ $\qquad$ $\sum = 0$

ECUACIÓN ESTRUCTURAL

$$Y = M + A + E$$

$$\Sigma A = 0$$

$$\Sigma E = 0$$

$$\Sigma (A)^2$$

$$\Sigma (E)^2$$

SC: Sumas de Cuadrados

El ANOVA trabaja descomponiendo la Suma de Cuadrados Total (desviaciones respecto a la media general al cuadrado, $Y - M$):

- **Varianza Entre-Grupos (A)**
- **Varianza Intra-Grupos (E)**

El ANOVA trabaja descomponiendo la Suma de Cuadrados Total (desviaciones respecto a la media al cuadrado, Y – M):

- **Varianza Entre-Grupos**
- **Varianza Intra-Grupos**

Atribuida a otros efectos

Atribuida al efecto del tratamiento

Sumas de Cuadrados:

Sumar el cuadrado de las puntuaciones de diferencia

$$SC_A = A'A$$

$$SC_E = E'E$$

$$SC_{TOTAL} = y'y$$

Sumas de Cuadrados:

Sumar el cuadrado de las puntuaciones de diferencia

$$SC_A = A' A = 392$$

$$SC_E = E' E = 356$$

$$SC_{TOTAL} = y' y = 748$$

Varianza Total de las observaciones = **Varianza Explicada** + **Varianza NO Explicada**

$$\hat{SC}_{TOTAL} = SC_A + SC_E$$

$$748 = 392 + 356$$

Prueba de Significación de la Hipótesis

El ajuste del modelo a los datos ¿es estadísticamente significativo?

Hipótesis

Estadísticamente:
Partimos del supuesto de que NO existe relación entre las variables Independiente y Dependiente (hipótesis nula), explicando las posibles diferencias por azar

Calcular: la probabilidad del tamaño del efecto bajo el supuesto de H_0

Estadístico: razón entre la variación de los datos observada entre las distintas condiciones de tratamiento respecto al término de error

Prueba de Significación de la Hipótesis

El ajuste del modelo a los datos ¿es estadísticamente significativo?

Estadístico: razón entre la variación de los datos observada entre las distintas condiciones de tratamiento respecto al término de error

Corrigiendo cada Suma de Cuadrados por sus correspondientes GRADOS DE LIBERTAD

MEDIAS CUADRÁTICAS:
SC/gl

$$\text{La razón } F = \frac{MC_{tratamiento}}{MC_{error}}$$

Prueba de Significación de la Hipótesis

El ajuste del modelo a los datos ¿es estadísticamente significativo?

$$\text{La razón } F = \frac{392/1}{356/6}$$

$$\text{La razón } F = \frac{392}{59.334} = 6.607$$

¿Se mantiene o se rechaza el modelo de la hipótesis de nulidad de efectos?

El ajuste del modelo a los datos ¿es estadísticamente significativo?

$$\text{La razón } F = \frac{392/1}{356/6}$$

$$\text{La razón } F = \frac{392}{59.334} = 6.607$$

$\sigma^2_{a1} + \sigma^2_{a2}/2=$
$58.0004 + 60.6669/2= 59.333$

$(\sigma_{a1} + \sigma_{a2}/2)^2=(7.6158+7.7889/2)^2= 59.326$

¿Se mantiene o se rechaza el modelo de la hipótesis de nulidad de efectos?

Prueba de Significación de la Hipótesis

El ajuste del modelo a los datos ¿es estadísticamente significativo?

¿Se mantiene o se rechaza el modelo de la hipótesis de nulidad de efectos?

Valor empírico de ***F***

•Su probabilidad dentro de H_0

alfa

•Valor de Tablas

Prueba de Significación de la Hipótesis

El ajuste del modelo a los datos ¿es estadísticamente significativo?

¿Se mantiene o se rechaza el modelo de la hipótesis de nulidad de efectos?

$F_{(0.05, 1, 6} = 6.607$

•Su probabilidad dentro de H_0

Alfa = 0.05

•$F_{t(0.05, 1, 6)} = 5.987$

Prueba de Significación

¿Se mantiene o se rechaza el modelo de la hipótesis de nulidad de efectos?

$F_{(0.05, 1, 6} = 6.607$

•Su probabilidad dentro de H_0

Alfa = 0.05

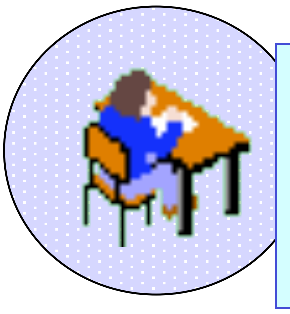
•$F_{t(0.05, 1, 6)} = 5.987$

$F_{empírica} > F_{teórica}$ = se rechaza H_0

$p < 0.05$

TABLA DE ANOVA

Fuentes de Varianza (FV)	Sumas de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (gl)	Medias Cuadráticas (MC)	Razón F (*F*)	Valor de Probabilidad (*p*)	Tamaño del Efecto (η^2)



EJERCICIO: Sitúa cada resultado del ejercicio anterior en la Tabla de ANOVA

TAMAÑO DEL EFECTO:

$$\eta^2_A = \frac{SC_{TRATAMIENTO}}{SC_{TOTAL}}$$

con valores entre 0 y 1

Expresa la proporción de la variable dependiente atribuida al efecto del tratamiento.

$$\eta^2_A = \frac{392}{748} = 0.524$$

El 52.4% de la variación observada (diferencias al cuadrado) en el tiempo invertido por las ratas para completar el laberinto corresponde al nivel de shock al que han sido sometidos los animales (escapable / no escapable)

TAMAÑO DEL EFECTO
(*d* de Cohen)

Con las desviaciones típicas de los grupos

$$d = \frac{M_{a1} - M_{a2}}{\frac{\sigma_{a1} + \sigma_{a2}}{2}}$$

TAMAÑO DEL EFECTO (*d* de Cohen)

Con la Media Cuadrática del Error

$$d = \frac{M_{a1} - M_{a2}}{\sqrt{MC_{ERROR}}}$$

$$MC_{ERROR} = \left(\frac{\sigma_{a1} + \sigma_{a2}}{2}\right)^2$$

O,

$$MC_{ERROR} = \frac{\sigma^2_{a1} + \sigma 2_{a2}}{2}$$

TAMAÑO DEL EFECTO (*d* de Cohen)

Calcular el valor de *d* de Cohen

http://web.uccs.edu/lbecker/Psy590/escalc3.htm

Formulación de los modelos

	Modelo Hipótesis Nula (Modelo RESTRINGIDO) H_0	Modelo Hipótesis Alternativa (Modelo COMPLETO) H_1
Planteamiento	Nula relación	Relación
Modelo $Y=\ldots$	$Y = M + E$	$Y = M + A + E$
Pronostico	$\hat{Y} = M$	$\hat{Y} = M + A$ $\hat{Y} = M_a$
Error de Estimación	$E = Y - M$	$E = Y - (M + A)$ $E = Y - M - A$ $E = Y - M_a$

$A = M_a - M$

Formulación de los modelos

Modelo
Hipótesis Alternativa
(Modelo
COMPLETO)
H_1

Modelo

$$Y = M + A + E$$

$$\begin{bmatrix} 23 \\ 11 \\ 12 \\ 26 \\ 39 \\ 38 \\ 23 \\ 28 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25 \\ 25 \\ 25 \\ 25 \\ 25 \\ 25 \\ 25 \\ 25 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -7 \\ -7 \\ -7 \\ -7 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5 \\ -7 \\ -6 \\ 8 \\ 7 \\ 6 \\ -9 \\ -4 \end{bmatrix}$$

Formulación de los modelos

	Modelo Hipótesis Nula (Modelo RESTRINGIDO) H_0	Modelo Hipótesis Alternativa (Modelo COMPLETO) H_1
Modelo $Y = ...$	$Y = M + E$	$Y = M + A + E$
Pronostico	$\hat{Y} = M$	$\hat{Y} = M + A$ $\hat{Y} = M_a$

$$\hat{Y}_{H0} = M$$

S_1		25
S_2		25
S_3		25
S_4	=	25
S_5		25
S_6		25
S_7		25
S_8		25

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA OpenCourseWare

¿A_1?

¿A_2?

$\Rightarrow$

$\hat{\alpha}$	
$\hat{\alpha}_1$	18 – 32 = -7
$\hat{\alpha}_2$	32 – 25 = 7

$\Sigma\,\hat{\alpha} = 0$

$\hat{Y}_{H1} = M + A$

S_1		25		-7		$\hat{Y}_{H1}$ 18
S_2		25		-7		18
S_3		25		-7		18
S_4	→	25	+	-7	=	18
S_5		25		7		32
S_6		25		7		32
S_7		25		7		32
S_8		25		7		32

Formulación de los modelos

	Modelo Hipótesis Nula (Modelo RESTRINGIDO) H_0	Modelo Hipótesis Alternativa (Modelo COMPLETO) H_1
Pronostico	$\hat{Y} = M$	$\hat{Y} = M + A$ $\hat{Y} = M_a$
Error de Estimación	$E = Y - M$	$E = Y - (M + A)$

						E_{H0}
S_1	→	23	-	25	=	-2
S_2		11		25		-14
S_3		12		25		-13
S_4		26		25		1
S_5		39		25		14
S_6		38		25		13
S_7		23		25		-2
S_8		28		25		3

Métodos y Diseños de Investigación
Mª Dolores Frías Navarro. Curso 2008/2009
http://www.uv.es/friasnav (Universitat de València)

Formulación de los modelos

	Modelo Hipótesis Nula (Modelo RESTRINGIDO) H_0	Modelo Hipótesis Alternativa (Modelo COMPLETO) H_1
Pronostico	$\hat{Y} = M$	$\hat{Y} = M + A$ $\hat{Y} = M_a$
Error de Estimación	$E = Y - M$	$E = Y - (M + A)$

S_1		23		25		-7		5
S_2		11		25		-7		-7
S_3		12		25		-7		-6
S_4	→	26	-	25	-	-7	=	8
S_5		39		25		7		7
S_6		38		25		7		6
S_7		23		25		7		-9
S_8		28		25		7		-4

E_{H1}

NHSTP

Procedimiento de prueba de significación de la hipótesis nula

cuán de improbable es un resultado, asumiendo que la hipótesis nula es verdadera

NHSTP

Procedimiento de prueba de significación de la hipótesis nula

cuán de improbable es un resultado, asumiendo que la hipótesis nula es verdadera

NHSTP

1º. La prueba estadística asume que H_0 es verdadera en la población, proporcionando la distribución de muestreo con la que comparar los resultados

2º. Analiza la probabilidad de obtener la diferencia encontrada, o mayor que la observada, en la investigación

RESULTADO:

→ en términos de probabilidad

Interpretación **dicotómica**

α

Vniversitat de València OpenCourseWare

Hagen (1997):

"la hipótesis nula proporciona una distribución de muestreo "conocible teóricamente" con la que podemos comparar nuestro resultado estadístico para ver cómo es de inusual y ver si puede ser producido bajo dicha hipótesis.

Las tablas estadísticas que aparecen en los libros de estadística proporcionan unos pocos puntos de la distribución de muestreo.

Estos pocos puntos son nuestros valores críticos"

H_0

$$\mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_0$$

Evidencia contraria

H_1

Racionalidad del proceso de comprobación estadística:

•**Disyuntiva entre:**
***hipótesis nula* (H_0) / *hipótesis alternativa* (H_1)**

•**justificando decisiones sobre H_1 pero trabajando con la distribución de la hipótesis nula**.

Y aquí hay un punto de comienzo de las críticas

Errores de la Decisión Estadística

	H_0 cierta $P(H_0) = 1$	H_1 cierta $P(H_0) = 0$
<u>Mantener</u> H_0	Decis[illegible]orrecta	P(err[illegible]po II): β
<u>Rechazar</u> H_0	P(erro[illegible]o I): α	Decis[illegible]Correcta

Oakes, 1986

$n_1 = n_2 = 20$
$p = 0.01$

1. La hipótesis de nulidad ha sido absolutamente rechazada

2. Se ha determinado la probabilidad de la hipótesis nula

3. La hipótesis experimental ha sido absolutamente rechazada

4. Hemos deducido la probabilidad de la hipótesis experimental

5. Una réplicación tendría 0.99 de probabilidades de ser significativa

6. Conocemos la probabilidad de los datos bajo la hipótesis nula

Oakes, 1986

$n_1 = n_2 = 20$
$p = 0.01$

1. La hipótesis de nulidad ha sido absolutamente rechazada (1.4%)

2. Se ha determinado la probabilidad de la hipótesis nula (45.7%)

3. La hipótesis experimental ha sido absolutamente rechazada (2.9%)

4. Hemos deducido la probabilidad de la hipótesis experimental (42.9%)

5. Una réplicación tendría 0.99 de probabilidades de ser significativa (34.3%)

6. Conocemos la probabilidad de los datos bajo la hipótesis nula (11.3%)

Despúes de cuatro décadas de críticas severas, el ritual de la comprobación de la hipótesis nula todavía persiste como una decisión que gira en torno al criterio sagrado de 0.05 (Cohen, 1994)

Interpretaciones erróneas de la decisión estadística

La hipótesis sustantiva=hipótesis estadística que sometemos a demostración

La comprobación de la hipótesis nula carece de valor informativo

Paradoja metodológica:
hipótesis nula siempre es falsa

No nos dice lo que realmente queremos saber

Incertidumbre en la interpretación de los resultados

Interpretaciones erróneas de la decisión estadística

$p = P(H_0|\text{Datos})$

El valor *p*: es el oráculo de la verdad

***p* = efecto causal del tratamiento**

***p* = magnitud o importancia del efecto**

10. 1 - *p* = probabilidad de que H_1 sea cierta

***p* = probabilidad H0 sea verdadera/falsa**

***p* = replicabilidad**

Interpretaciones erróneas de la decisión estadística

Serlin (1987):

"en términos del progreso científico, cualquier análisis estadístico cuyo propósito no este determinado por la teoría, cuya hipótesis y métodos no estén especificados teóricamente o cuyos resultados no se relacionen con la teoría deben ser considerados como pasatiempos"

Interpretaciones erróneas de la decisión estadística

Artefacto de la prueba de significación estadística: **tamaño de la muestra**

Interpretaciones erróneas de la decisión estadística

Pollard (1993):

La comprobación de la hipótesis nula no proporciona la probabilidad que el investigadordesea conocer: <u>la probabilidd de que las hipótesis sean verdaderas dados los resultados empíricos</u>

Interpretaciones erróneas de la decisión estadística

Abelson(1997):

El valor p es muy sensible al tamaño muestral y, por lo tanto, no puede ser considerado como una propiedad cuantitativa intrínseca de los datos

Rosnow y Rosenthal (1989):

Seguramente Dios ama al 0.06 tanto como al 0.05

Interpretaciones erróneas de la decisión estadística

Shaver (1993):

Uno de los errores más atroces es concluir que una prueba de significación estadística indica que el tratamiento ha tenido un efecto causal

Interpretaciones erróneas de la decisión estadística

Carver (1978):

Algunos usuarios de la significación estadística piensan que cuanto menor el valor *p* más probable es que el resultado sea replicado, pero esto es una fantasía

Condicionantes

Potencia

Tamaño de la muestra

Tamaño del efecto

Condicionantes

Validez de Conclusión Estadística

POTENCIA ESTADÍSTICA

Tamaño del efecto:

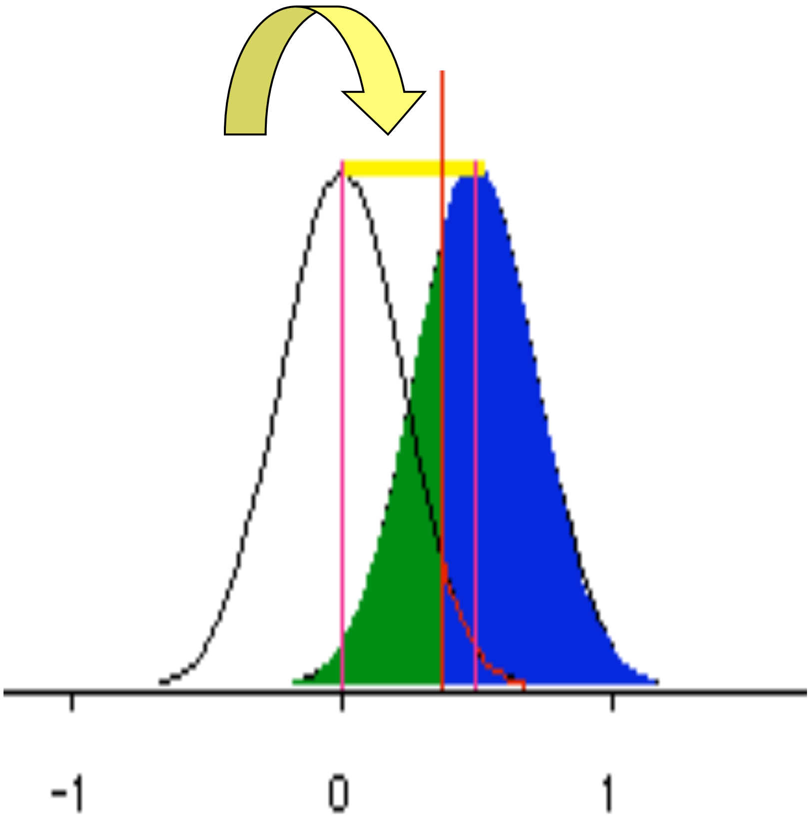
"El grado (magnitud) con que el fenómeno estudiado se presenta en la población"

"el grado en que la hipótesis nula (de nulidad de efectos) es falsa" (Cohen, 1988)

$$d = \mu_1 - \mu_2 / \sigma$$

$$H_0 = d = 0$$

$$H_1 = d \neq 0$$



Condicionantes

Tamaño de la muestra:

$$\uparrow N \Rightarrow 1 - \beta$$

Conclusiones

Criterios metodológicos:
1º Un buen análisis no es posible sin unos buenos datos
2º Los buenos datos necesitan buenas teorías o hipótesis

Transformaciones

$$F = (t)^2$$

t = raíz cuadrada de F

Transformación de la escala η^2 a la de *F*

$$F_{(gl\ entre,\ gl\ error} = \frac{\eta^2_A}{1-\eta^2_A} \cdot \frac{gl_{ERROR}}{gl_A}$$

$$6.605 = \frac{0.524}{0.476} \cdot \frac{6}{1}$$

Transformación de la escala *F* a *d*

$$d = \frac{2\sqrt{F}}{\sqrt{gl\ (error)}}$$

$$2.099 = \frac{2\sqrt{6.605}}{\sqrt{6}}$$

Sólo para diseños de dos grupos independientes

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{\sqrt{MSE\left(\frac{n_t + n_c - 2}{n_t + n_c}\right)}}$$

d = 2.099

Sólo para diseños de dos grupos independientes

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{\sqrt{MSE\left(\frac{n_t + n_c - 2}{n_t + n_c}\right)}}$$

TAMAÑOS DEL EFECTO:

PEQUEÑO *d* = 0.2

MEDIANO *d* = 0.5

GRANDE *d* = 0.8 ó más

TAMAÑOS DEL EFECTO:
PEQUEÑO *d* = 0.2
MEDIANO *d* = 0.5
GRANDE *d* = 0.8 ó más

		Pequeño	Mediano	Grande
d de Cohen	d	0.10	0.30	0.80
eta cuadrado	η^2	0.02	0.15	0.35
Razón F	f	0.10	0.25	0.40
Correlación	r	0.10	0.30	0.50
Ji Cuadrado	w	0.10	0.30	0.50

Cohen, J. (1992). A power primer. Psychological Bulletin, 112, 1, 155-159.

ANALIZAR LOS SIGUIENTES DATOS Y PLANTEAR EL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

(hipótesis, variables, validez, control, metodología, análisis de datos, interpretación, tamaño del efecto)

19, 13, 16, 12	12, 0, 6, 2