

Tema 10

REDUCCIÓN DEL COMPONENTE RESIDUAL DEL MODELO MEDIANTE EL BLOQUEO

Estrategias eficientes para asignar los tratamientos a las unidades experimentales

ALEATORIZACIÓN

Aleatorizar todos los factores *no controlados* por el experimentador en el diseño experimental y que pueden *influir* en los resultados. Se utiliza la asignación al azar de los tratamientos a las unidades experimentales”

BLOQUEO

Se deben dividir las unidades experimentales en grupos llamados *bloques* de modo que las observaciones realizadas en cada bloque se realicen bajo condiciones experimentales lo más parecidas posibles

Bloquear es una buena estrategia siempre y cuando sea posible dividir las unidades experimentales en grupos de unidades similares

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño Unifactorial Univariado

A = 2

A = 3

etc. ...

Diseño Factorial Univariado

A × B

A × B × C

etc. ...

Diseño Factorial Completamente Aleatorio

Diseño de Bloques Aleatorios

A × B

A / B × C

etc. ...

Variable de bloqueo

Diseño de Bloques

Diseño de Cuadrado Latino

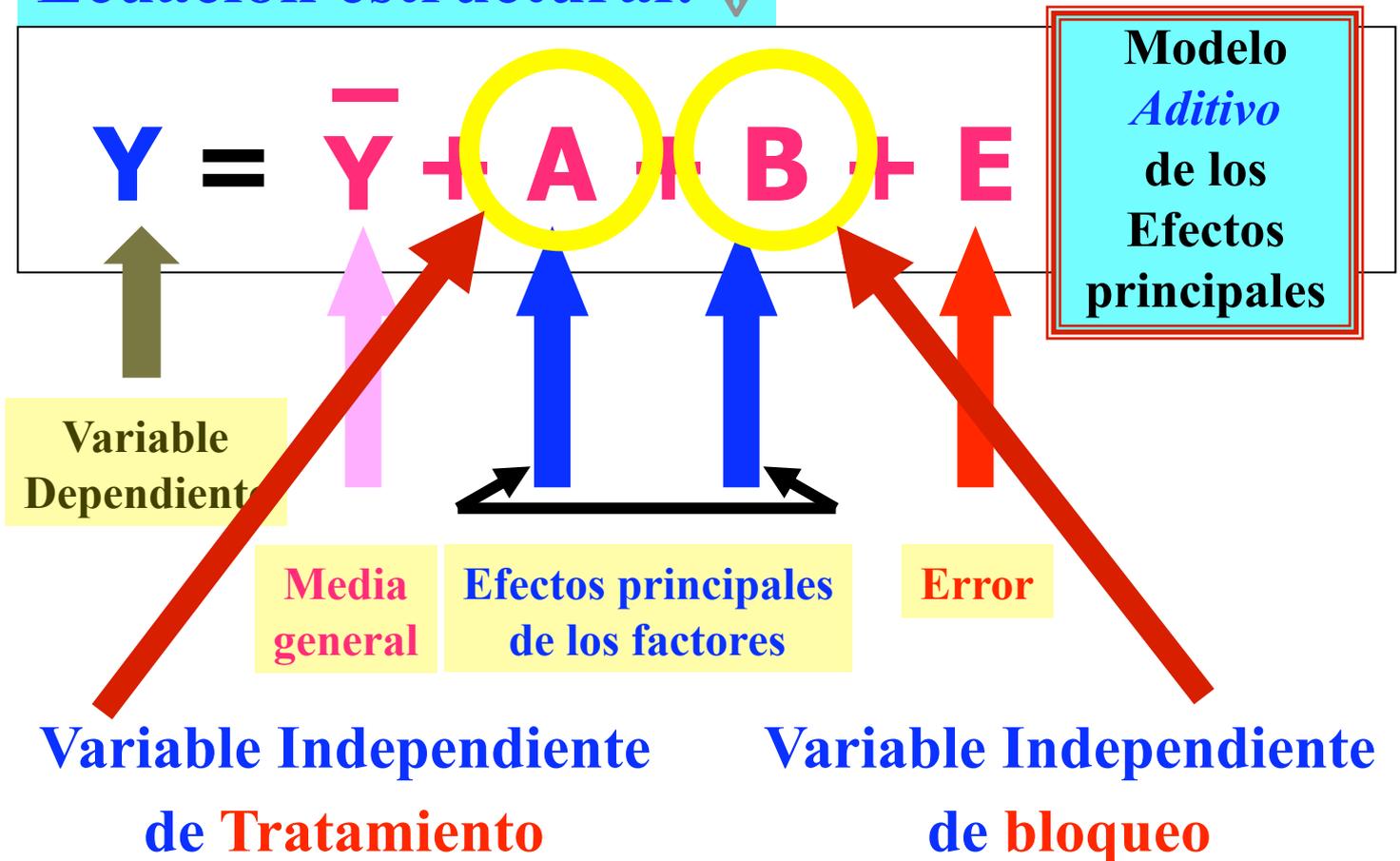
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Bloques Aleatorios



4 Condiciones experimentales

Ecuación estructural: ↓



Diseño de Bloques Aleatorios

Características:

1°. permite controlar una variable extraña que está relacionada con la variable dependiente

Se bloquea porque se sospecha que la aleatorización no es un proceso de control eficaz

2°. La variable de bloqueo NO se enuncia en la hipótesis experimental

~~Variable Independiente de Tratamiento~~ ~~Variable Independiente de Bloqueo~~

$p > 0.05$

Aspectos Positivos:

Controla una variable extraña y aumenta la potencia de la prueba estadística porque reduce el error

Datos y Medias (página 182)

Matriz de resultados

A: Familiares

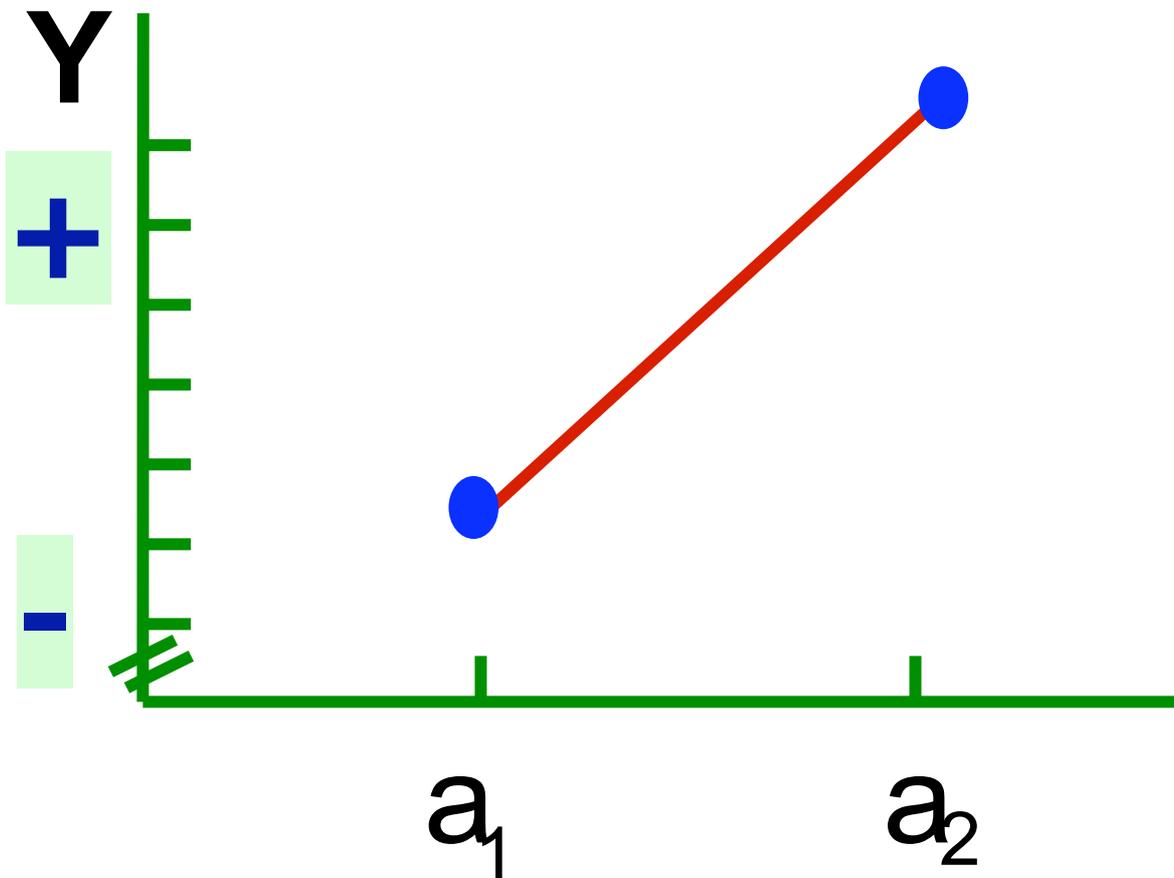
B: Ansiedad

	b_1	b_2	b_3	\bar{Y}_a
a_1	24, 18	10, 6	5, 9	
\bar{Y}_{a1b}	21	8	7	12
a_2	22, 20	16, 20	17, 13	
\bar{Y}_{a2b}	21	18	15	18
\bar{Y}_b	21	13	11	$\bar{Y} = 15$

Representación gráfica de la hipótesis : las madres se comportan más empáticamente con sus hijos cuando no hay otro familiar

(página 182)

Empatía



Presente *No Presente*

(A) Familiares

Análisis de la varianza:

1º \Rightarrow requisito $A \times B$ $p > 0.05$

ANOVA factorial 2×3 con interacción

<i>Fuentes</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>Razón F</i>	<i>p</i>	$\hat{\eta}_A^2$
A	108	1	108			0.245
B	224	2	112			0.509
AB	56	2	28	3.231	>0.050	0.127
Error	52	6	8.667			
Total	440	11				

$$F_{tablas} (2, 6, 0.05) = 5.143$$

Análisis de la varianza:

2º ⇒ ANOVA *con* Bloqueo del factor B
Comprobar que $B p < 0.05$

ANOVA factorial 2 × 3 con bloqueo

Fuentes	SC	gl	MC	Razón F	p	$\hat{\eta}_A^2$
A	108	1	108	8.000	<0.050	0.245
B	224	2	112	8.296	<0.050	0.509
Error	108	8	13.500			
Total	440	11				

$$\hat{Y} = \bar{Y} + (\text{Efectos})$$

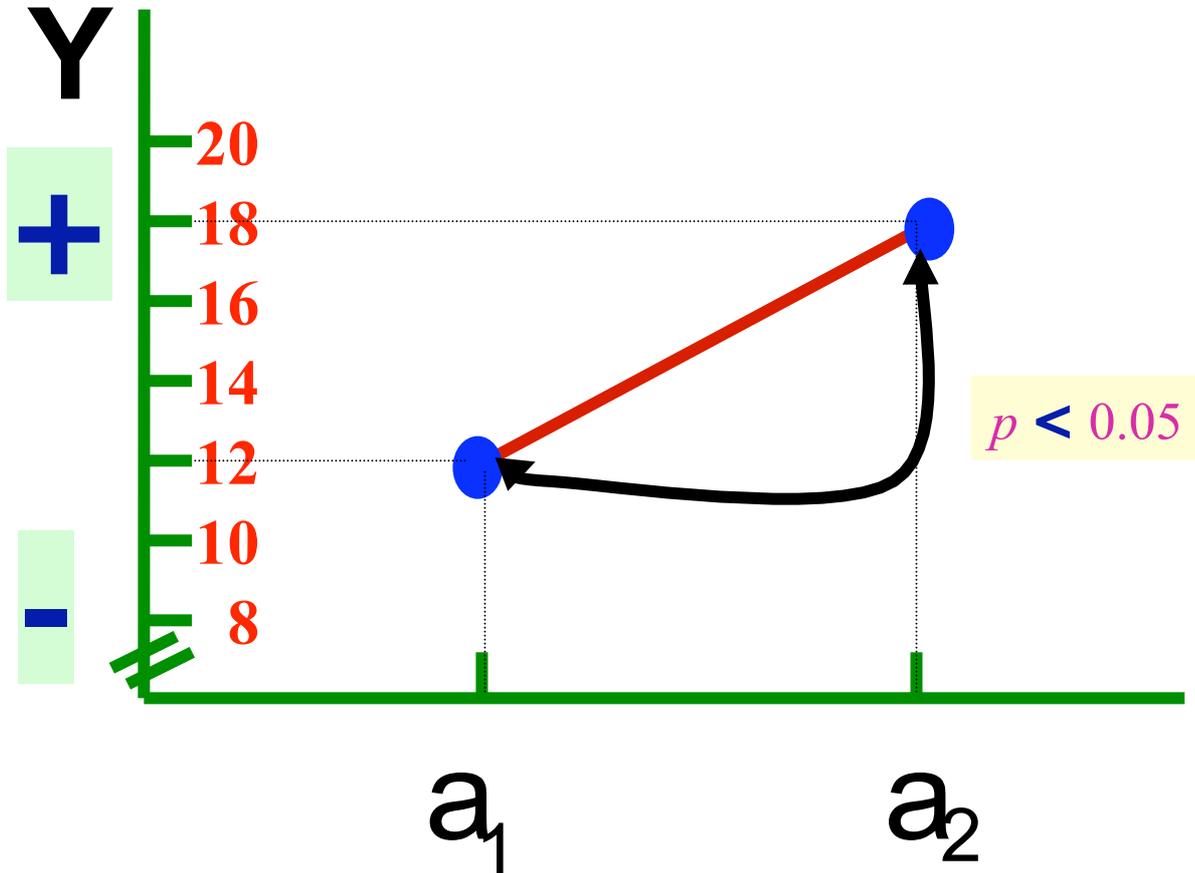
$$\hat{Y} = \bar{Y} + (\text{A} + \text{B})$$

$$F_{\text{tablas}}(1, 8, 0.05) = 5.318$$

$$F_{\text{tablas}}(2, 8, 0.05) = 4.459$$

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS

Empatía



Presente *No Presente*

(A) Familiares

Análisis de la varianza:

ANOVA *sin* Bloqueo del factor B

¿Qué hubiese sucedido si?

ANOVA unifactorial

<i>Fuentes</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>Razón F</i>	<i>p</i>	$\hat{\eta}_A^2$
A	108	1	108	3.253	>0.050	0.245
Error	332	10	33.200			
Total	440	11				

$$F_{\text{tablas}}(1, 10, 0.05) = 4.965$$

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño de Cuadrado latino

A / B × C

3 / 3 × 3

9 Condiciones experimentales

Ecuación estructural: ↓

$$Y = \bar{Y} + A + B + C + E$$

Variable Dependiente

Media general

Efectos principales del factor tratamiento

Efectos principales de los factores de bloqueo

Error

Variable Independiente de Tratamiento

Variables Independientes de bloqueo

Diseño de Cuadrado Latino

Características:

(página 184)

1°. permite controlar dos variables extrañas que están relacionadas con la variable dependiente

2°. Las variables de bloqueo NO se enuncia en la hipótesis experimental

3°. No es posible estimar los efectos de interacción porque hay anidamiento de la variable de tratamiento pero sí una estimación parcial de la interacción cuando el número de observaciones es > 1

~~A/BXC~~

~~$p > 0.05$~~

Aspectos Positivos:

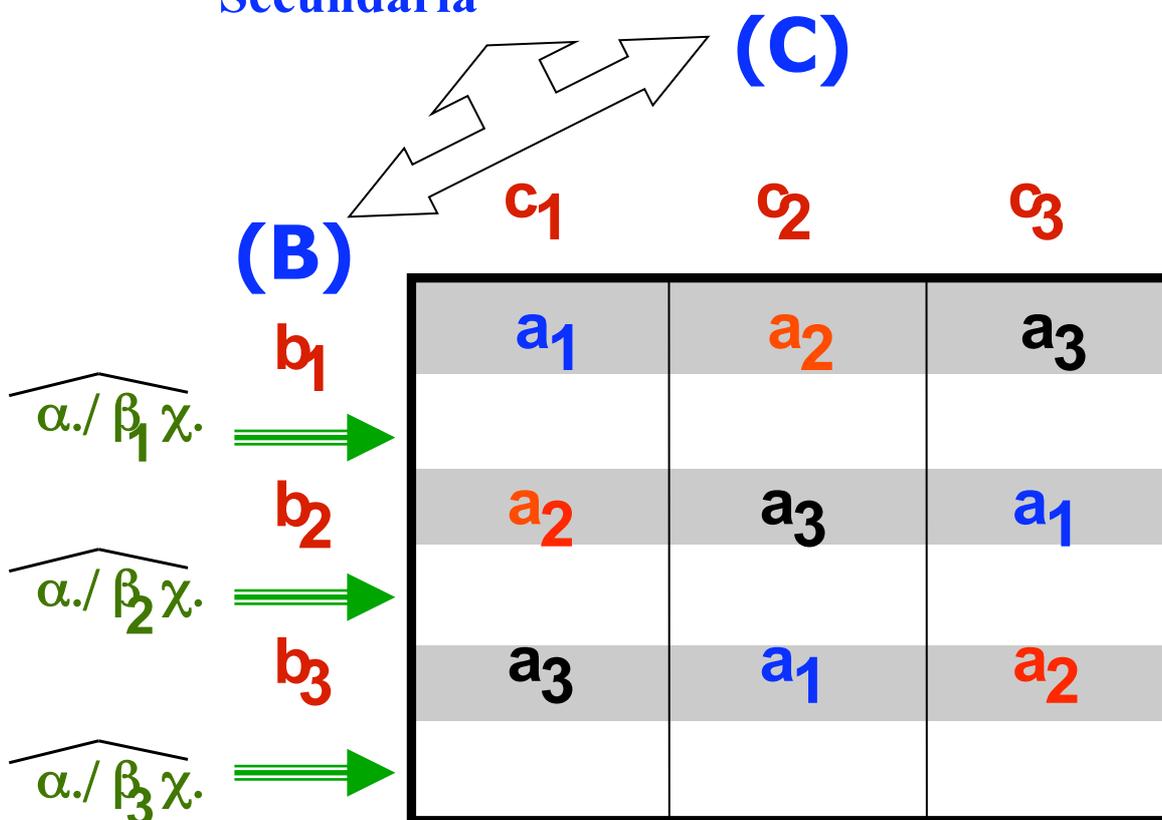
Controla dos variables extrañas y aumenta la potencia de la prueba estadística porque reduce el error

Latin square design (LSD)/randomized complete block designs (RCBD)

Diseño de Cuadrado Latino

Formación del Diseño

Varianza
Sistemática
Secundaria



Análisis de la varianza:

1º \Rightarrow requisito $A/B \times C \quad p > 0.05$

<i>Fuentes</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>Razón F</i>	<i>p</i>	$\hat{\eta}^2$
----------------	-----------	-----------	-----------	----------------	----------	----------------

A

B

C

▶ *A/B × C*

Error

Total

$$\bar{Y}_{a/bc} - \bar{Y} - A - B - C$$

Diseño de Cuadrado Latino

Formación del Diseño y Estimación de efectos

(B)	(C)			$\hat{\beta}$.	(A)
	c_1	c_2	c_3		$\hat{\alpha}$.
b_1	a_1	a_2	a_3		
$\alpha./ \beta_1 \chi.$	1	-2	1	-8	-8
b_2	a_2	a_3	a_1		
$\alpha./ \beta_2 \chi.$	1	1	-2	-1	-1
b_3	a_3	a_1	a_2		
$\alpha./ \beta_3 \chi.$	-2	1	1	9	9
$\hat{c}.$	-12	3	9		

$m = 40$

(pàgina 273)

	N	Y	\bar{Y}	y	A	B	C	A/BC	\hat{Y}	E
a_1 / b_1c_1	1	11	40	-29	-8	-8	-12	1	13	-2
	2	15	40	-25	-8	-8	-12	1	13	2
a_2 / b_1c_2	3	34	40	-6	-1	-8	3	-2	32	2
	4	30	40	-10	-1	-8	3	-2	32	-2
a_3 / b_1c_3	5	52	40	12	9	-8	9	1	51	1
	6	50	40	10	9	-8	9	1	51	-1
a_2 / b_2c_1	7	25	40	-15	-1	-1	-12	1	27	-2
	8	29	40	-11	-1	-1	-12	1	27	2
a_3 / b_2c_2	9	55	40	15	9	-1	3	1	52	3
	10	49	40	9	9	-1	3	1	52	-3
a_1 / b_2c_3	11	40	40	0	-8	-1	9	-2	38	2
	12	36	40	-4	-8	-1	9	-2	38	-2
a_3 / b_3c_1	13	46	40	6	9	9	-12	-2	44	2
	14	42	40	2	9	9	-12	-2	44	-2
a_1 / b_3c_2	15	44	40	4	-8	9	3	1	45	-1
	16	46	40	6	-8	9	3	1	45	1
a_2 / b_3c_3	17	56	40	16	-1	9	9	1	58	-2
	18	60	40	20	-1	9	9	1	58	2
SC		32062	28800	3262	876	876	1404	36	31992	70
gl		16	1	15	1	1	1	1	8	8

<http://www.uv.es/fi> (Universitat de València)

(página 281) **Análisis de la varianza:**

1º \Rightarrow requisito $A/B \times C$ $p > 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>Razón F</i>	<i>p</i>	$\hat{\eta}^2$
<i>A</i>	876	2	438.000	56.314	<0.050	0.269
<i>B</i>	876	2	438.000	56.314	<0.050	0.269
<i>C</i>	1404	2	702.000	90.257	<0.050	0.430
$A/B \times C$	36	2	18.000	2.314	>0.050	0.011
<i>Error</i>	70	9	7.778			

Total 3262 17 $F_{\text{tablas}(2, 9, 0.050)} = 4.256$

$$\bar{Y}_{a/bc} - \bar{Y} - A - B - C$$

Análisis de la varianza:

2º ⇒ ANOVA *con* Bloqueo de B y C

Comprobar que B y C $p < 0.05$

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>Razón F</i>	<i>p</i>	$\hat{\eta}^2$
<i>A</i>	876	2	438.000	45.453	<0.050	0.269
<i>B</i>	876	2	438.000	45.453	<0.050	0.269
<i>C</i>	1404	2	702.000	72.849	<0.050	0.430
<i>Error</i>	106	11	9.636			

Total 3262 17

$$F_{\text{tabla}(2, 11, 0.050)} = 3.982$$

Procedimiento DHS de Tukey

$$|\bar{Y}_g - \bar{Y}_h| \geq \frac{q(\alpha, a, g_{\text{error}})}{\sqrt{2}} \sqrt{MC_{\text{error}} \sum_{i=1}^a \frac{c_i^2}{n_i}}$$

$$|\bar{Y}_g - \bar{Y}_h| \geq \frac{q(0.050, 3, 11)}{\sqrt{2}} \sqrt{MC_{\text{error}} \left(\frac{1^2}{6} + \frac{-1^2}{6} + \frac{0^2}{6} \right)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3.820}{\sqrt{2}} \sqrt{9.636 \cdot 0.333} =$$

$$= 2.701 \cdot 1.792 = 4.841$$

Análisis de la varianza:

ANOVA *sin* Bloqueo del factor B y C

¿Qué hubiese sucedido si?

<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>MC</i>	<i>Razón F</i>	<i>p</i>	$\hat{\eta}^2$
<i>A</i>	876	2	438.000	2.754	>0.050	0.269
<i>Error</i>	2386	15	159.067			

Total 3262 17

$$F_{\text{tablas}(2, 15, 0.050)} = 3.682$$

EXERCICIS *Diseños Factoriales*

1. Un investigador está estudiando los efectos del uso de programas de ordenador y vídeo para el aprendizaje de las Matemáticas. 8 sujetos son asignados aleatoriamente a una de las cuatro condiciones experimentales: (A) tecnología (a_1 ordenador, a_2 vídeo) y (B) temática (b_1 geometría, b_2 ecuaciones) y evalúa el nivel de aprendizaje en cada una de las cuatro situaciones experimentales. Calcule la suma de cuadrados total sabiendo que los resultados obtenidos son los siguientes:

	$a_1 \rightarrow$ Ordenador	$a_2 \rightarrow$ Vídeo
b_1 <i>Geometría</i>	26 24	33 37
b_2 <i>Ecuaciones</i>	14 16	6 4

2. Aplique el modelo estructural.

3. Calcule las sumas de cuadrados correspondientes a las fuentes de variación.

EXERCICIS:

4. Aplique el análisis de la varianza.

Una vez determinado el valor de las sumas de cuadrados podemos aplicar la prueba de hipótesis (aceptamos un nivel de *Error de Tipo I* de 0.05)

5. Interprete los resultados.

6. Supongamos que hubiese planteado el investigador un contraste específico considerando que cuando el *tema* a aprender es la *Geometría* (b_1) si la *técnica* instruccional es el *vídeo* se observa un aumento del aprendizaje ($\bar{U}_{a_1b_1} = 25$ vs. $\bar{U}_{a_2b_1} = 35$). Probemos si la diferencia entre estas dos condiciones experimentales es producto del azar o podemos atribuirlo al efecto de los tratamientos.

7. Supongamos que el investigador considera un segundo contraste (ψ_2), para comprobar el efecto de la *temática* de las *Ecuaciones* cuando la *técnica* instruccional es el *ordenador* y un tercer contraste para comprobar el uso del *vídeo* cuando la temática son las *Ecuaciones* (ψ_3). Determine la suma de cuadrados correspondiente a cada contraste.

EXERCICIS:

8. Aplique el análisis de la varianza para las dos hipótesis específicas.
9. En el ejemplo que se ha desarrollado, la hipótesis nula se ha rechazado en los tres contrastes efectuados después de rechazar la hipótesis nula inicial. Cuál es la probabilidad de *Error de Tipo I* asumida (*alfa* por comparación = 0.05) al realizar los tres contrastes?
10. Un investigador está estudiando la eficacia de tres tipos de tratamientos para reducir problemas de sobrepeso. Con la finalidad de determinar si existe un efecto de interacción entre estas terapias selecciona 16 sujetos con problemas de sobrepeso y aplica a cada dos una combinación de los tres tratamientos. Desarrolle la ecuación estructural del modelo si después de dos meses de aplicación el sobrepeso de cada sujeto (expresado en kilos) fue el siguiente:

EXERCICIS:

	<i>Droga No</i> a_1		<i>Droga Si</i> a_2	
	<i>Biofeedback</i> b_1	<i>No Biofeedback</i> b_2	<i>Biofeedback</i> b_1	<i>No Biofeedback</i> b_2
<i>Sugestión</i> c_1	19	13	15	27
<i>Aversión</i> c_2	21	11	13	25
	9	31	33	15
	7	33	35	13

11. Aplique el análisis de la varianza

12. ¿Qué terapia o combinación de terapias es más eficaz para reducir el sobrepeso de los pacientes?

EXERCICIS:

13. Un equipo de psicólogos clínicos está comprobando si la terapia de Desensibilización Sistemática ofrece resultados menos rápidos que la de Implosión para reducir el miedo a los ascensores. En los historiales clínicos parece ser que encuentran diferencias entre el número de sesiones a aplicar y el sexo de los pacientes y el tiempo que sufren este miedo. Con la finalidad de comprobar la posible relación entre las tres variables plantean un diseño factorial manipulando simultáneamente el tipo de terapia, el sexo y el tiempo de duración de la fobia, midiendo como variable dependiente el número de sesiones que requiere cada paciente para superar el problema. Determine cuáles serán las medias de cada grupo si los resultados son los siguientes.

	Desensibilización a ₁		Implosión a ₂	
	Hombre b ₁	Mujer b ₂	Hombre b ₁	Mujer b ₂
0.5 años C ₁	27	23	11	9
	33	17	5	3
1.0 años C ₂	34	16	4	10
	28	22	10	4
1.5 años C ₃	20	18	6	2
	14	24	12	8

EXERCICIS:

- 14.** Aplique la ecuación estructural del diseño.
- 15.** Cuáles son los resultados del análisis de la varianza.