Material de consulta

Estructurado en siete temas
Este corresponde al Tema 5

Elaborado por:
Econ. Milton Oroche Carbajal

TEMA 1:
INVESTIGACIÓN DE MERCADOS.
TEMA 2:
MÉTODOS CUALITATIVOS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS.

TEMA 3:
MÉTODOS CUANTITATIVOS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADOS.

TEMA 4:
MÉTODOS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN: ANÁLISIS UNIVARIABLE Y BIVARIABLE.

TEMA 5:
ANÁLISIS CAUSAL: LA EXPERIMENTACIÓN COMERCIAL.

5.1 Fundamentos y Planificación de la Experimentación de Mercado o Comercial.
5.2. Tipos de Experimentos

TEMA 6:
EL ANÁLISIS MULTIVARIABLE Y SUS APLICACIONES AL MARKETING.

TEMA 7:
DISEÑO Y PRESENTACIÓN DE INFORMES DE INVESTIGACIÓN.

TEMA 5:
ANÁLISIS CAUSAL: LA EXPERIMENTACIÓN COMERCIAL.

5.1. FUNDAMENTOS Y PLANIFICACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN DE MERCADO O COMERCIAL.

- **INTRODUCCIÓN**

A lo largo de este quinto tema se va a ver el análisis de relaciones "causa-efecto". Desde el punto de vista del marketing, se va a tratar de analizar las consecuencias de las actuaciones en la empresa sobre el precio, el producto, la publicidad, etc. Es decir, las consecuencias de las actuaciones sobre las variables del marketing.

- **DEFINICIÓN**

La experimentación de mercado o experimentación comercial es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en una o más variables independientes (precio, publicidad, promoción, productos, fuerza de ventas, etc.), de manera que sea posible observar, identificar y determinar su efecto sobre una o más variables dependientes (generalmente las ventas).

- **CONCEPTOS "CLAVES"**

Hay una serie de elementos o conceptos que se deben especificar claramente para que la experimentación de mercado o comercial esté perfectamente diseñada.

1- Tratamiento experimental. Se refiere o corresponde a cada una de las variables independientes (modificación en los precios, presentación de un nuevo producto, cambios en los medios publicitarios, un nuevo canal de distribución, etc.) cuyos efectos se someterán a prueba en un experimento. Al tratamiento también se le denomina, en ocasiones, factor experimental. Cada uno de estos tratamientos tendrá varios niveles o categorías que se denominarán "nivel i del tratamiento" siendo i = 1, 2, 3, ...

2- Unidades experimentales. Son las unidades que se observan como se comportan ante las manipulaciones en las variables independientes. Hay dos tipos de unidades experimentales:

a) *De prueba:* se refieren a todas aquellas personas o entidades a las que se les presentan los tratamientos y cuya respuesta se debe medir, es decir, es objeto de estudio.

b) *De control:* son unidades observadas durante el período de prueba, es decir, cuya respuesta es medida, pero sin ser sometidas al tratamiento.

Las unidades de control se utilizan para verificar, por lo que no son imprescindibles en un experimento de mercado, mientras que las unidades de prueba si son imprescindibles.

3- Variables respuesta o variables dependientes. Son las medidas que se toman de las unidades de prueba (unidades experimentales). Por ejemplo, las ventas, la cuota de mercado, el grado de recuerdo, la notoriedad, etc.

4- Variables externas. Son todas aquellas variables diferentes a las independientes o tratamientos que también pueden afectar a las unidades de prueba, es decir, pueden influir sobre la respuesta de las unidades de prueba.

5- Diseño experimental. Se refiere al método de experimentación que se va a utilizar en la investigación comercial. Dentro del diseño experimental hay que especificar los siguientes datos:

a) Tratamiento o variables independientes.
b) Unidades de prueba elegidas.
c) Variables dependientes a medir.
d) Modo en que se van a controlar las variables externas.
e) El enfoque estadístico que se adoptará para analizar los datos y garantizar la validez interna y externa de los resultados obtenidos.

La validez interna permite asegurar que los efectos observados en las unidades de prueba se deben a las variables independientes o tratamientos. La validez externa permite generalizar los resultados de la muestra al total de la población.

La técnica estadística que se suele utilizar es el "análisis de la varianza" (ANOVA). Los tres requisitos que se deben cumplir para aplicar esta técnica son los siguientes:

1) Normalidad de la distribución.
2) Homogeneidad de las varianzas.
3) Independencia de los resultados, para lo cual hay que hacer una asignación aleatoria de los tratamientos.

5.2. TIPOS DE EXPERIMENTOS.

Entre los tipos de diseño que se pueden utilizar, en esta pregunta se van a ver los cuatro siguientes:

- Diseño completamente aleatorio.
- Diseño en bloques aleatorios.
- Diseño cuadrado latino.
- Diseño factorial.

DISEÑO COMPLETAMENTE ALEATORIO

En el diseño completamente aleatorio se analiza o manipula una variable independiente con varias categorías o niveles, cada uno de los cuales es asignado de modo aleatorio a las unidades de prueba, suponiendo que las variables externas no afectan de diferente manera a cada uno de los grupos. Esto es lo mismo que decir que este diseño o este tipo de experimento comercial es adecuado para aquellas situaciones en las que las unidades de prueba son homogéneas, es decir, las unidades de prueba no difieren unas de otras en variables externas que sean importantes.

El objetivo de un diseño completamente aleatorio es estudiar si existen diferencias significativas en la variable dependiente para cada nivel de la variable independiente o tratamiento. Específicamente, lo que nos interesa es hacer un "Test de Singularidad de Medias".

El procedimiento a utilizar para alcanzar este objetivo (la singularidad de medias) es el análisis de la varianza (ANOVA), técnica muy útil en el campo de la inferencia estadística, que toma como referencia el modelo lineal estadístico. En concreto, en este diseño se toma como referencia el siguiente modelo lineal estadístico:

$$Y_{ij} = EG + ET_j + EA$$

Y_{ij}: Valor observado de la variable dependiente en la unidad de prueba i con el tratamiento j.

EG: Es el efecto global, que se refiere al promedio de la variable dependiente para el total o conjunto de las unidades de prueba.

ET_j: Es el efecto del tratamiento j, es decir, la variación en la variable dependiente con relación al promedio debido a la influencia del tratamiento j.

EA: Es el efecto aleatorio, el cual recoge el efecto de todas las restantes causas posibles de variabilidad del experimento no debidas al tratamiento, es decir, al efecto aleatorio se le podría llamar también "otras causas de variabilidad del experimento".

ET_j + EA: La suma de estos dos efectos refleja las fuentes de dispersión. Concretamente, el análisis de la varianza (ANOVA) va a consistir en el análisis de esa dispersión, es decir, en el estudio de los componentes de la dispersión total:

1- Dispersión por los tratamientos.

e-mail: milton@oroche.com
www.oroche.com

2- Dispersión residual debido a los errores.

Dispersión Total o Global (DG) = Dispersión Tratamiento j (DT_j) + Dispersión Residual (DR)

$$\sum_i \sum_j \left(Y_{ij} - \overline{Y}\right)^2 = \sum_j n_j \cdot \left(\overline{Y}_{.j} - \overline{Y}\right)^2 + \sum_i \sum_j \left(Y_{ij} - \overline{Y}_{.j}\right)^2$$

Y_{ij} : Valor observado de la variable dependiente en la unidad de prueba i con el tratamiento j.
$\overline{Y}$: Gran media.
n_{ij} : Número de mediciones efectuadas para cada tratamiento.
$\overline{Y}_{.j}$: Comportamiento medio de un tratamiento.

Generalmente, se tendrá un cuadro como el siguiente, a partir del cual se deberán calcular las anteriores medidas citadas.

	Nivel 1 del tratamiento	Nivel 2 del tratamiento	Nivel 3 del tratamiento
Unidad de prueba	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}
Unidad de prueba	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}
Unidad de prueba	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}
	$\overline{Y}_{.1}$	$\overline{Y}_{.2}$	$\overline{Y}_{.3}$

En concreto, en esta tabla se tienen nueve unidades de prueba, aunque podrían ser muchas más, siendo todas ellas homogéneas entre si. Las medidas que hay que calcular son las siguientes:

$$\overline{Y}_{.1} = \frac{Y_{11} + Y_{21} + Y_{31}}{3}$$

$$\overline{Y}_{.2} = \frac{Y_{12} + Y_{22} + Y_{32}}{3}$$

$$\overline{Y}_{.3} = \frac{Y_{13} + Y_{23} + Y_{33}}{3}$$

$$\overline{Y} = \overline{Y}_{.1} + \overline{Y}_{.2} + \overline{Y}_{.3} = Y_{11} + Y_{21} + Y_{31} + Y_{12} + Y_{22} + Y_{32} + Y_{13} + Y_{23} + Y_{33} / 9$$

Por último, para saber si el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente es o no significativo se ha de construir un estadístico F que es igual a la siguiente expresión:

$$F = \frac{DT_j \text{ / Grados de libertad del tratamiento}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

- Grados de libertad totales = N (número de mediciones) – 1.
- Grados de libertad del tratamiento = n (número de mediciones realizadas para cada tratamiento) – 1.
- Grados de libertad residuales = (N – 1) – (n – 1) = N – n.

Este estadístico, una vez construido, se tendrá que comparar con el valor crítico o en tablas para un determinado nivel de confianza. Si el valor del estadístico F es mayor que el valor crítico se dirá que el efecto de la variable independiente sobre la dependiente es significativo. Por el contrario, si el valor del estadístico es menor que el valor crítico entonces se dirá que el efecto de la variable independiente sobre la dependiente no es significativo. La hipótesis nula será, por lo tanto, que el efecto de la variable independiente sobre la dependiente no es significativo.

EJERCICIO:

Una empresa se propone fijar el precio de un nuevo producto que va a lanzar al mercado. Para ello decide realizar un experimento de mercado en 15 tiendas detallistas de características similares. En dicho experimento se contempla tres posibles precios: 60 pesetas, 80 pesetas, 100 pesetas. Los resultados obtenidos en el experimento son los que se muestran en la siguiente tabla. ¿Tiene el precio un efecto significativo sobre las ventas?

	TRATAMIENTOS		
	PRECIO 60	**PRECIO 80**	**PRECIO 100**
	66	48	36
	67	52	35
UNIDADES DE PRUEBA (TIENDAS DETALLISTAS)	59	50	34
	53	52	45
	51	51	49
TOTAL TRATAMIENTOS	296	253	199

El diseño a aplicar es el completamente aleatorio porque se ha de analizar el efecto de una variable independiente o tratamiento (precio) sobre una variable dependiente (ventas). El tratamiento tiene varios niveles (3) que se asignan de modo aleatorio a las unidades de prueba (cada nivel a un grupo de unidades de prueba).

Las unidades de prueba son esencialmente similares y representativas del tipo de establecimiento que vende el producto en el mercado, es decir, no difieren en una variable externa importante. Lo primero que se hace es calcular las siguientes medidas, utilizando para ello los datos dados en la anterior tabla.

$$\overline{Y}_{.1} = \frac{66 + 67 + 59 + 53 + 51}{5} = 59{,}2$$

$$\overline{Y}_{.2} = \frac{48 + 52 + 50 + 52 + 51}{5} = 50{,}6$$

$$\overline{Y}_{.3} = \frac{36 + 35 + 34 + 45 + 49}{5} = 39{,}8$$

$$\overline{Y} = \frac{66 + 67 + 59 + 53 + 51 + 48 + 52 + 50 + 52 + 51 + 36 + 35 + 34 + 45 + 49}{15} = 49{,}87$$

Una vez calculadas estas medidas se podrá comenzar a calcular las distintas dispersiones.

DISPERSIÓN TOTAL = DISPERSIÓN TRATAMIENTO + DISPERSIÓN RESIDUAL

DISPERSIÓN TRATAMIENTO (precio) = $5 \cdot [(59{,}2 - 49{,}87)^2 + (50{,}6 - 49{,}87)^2 + (39{,}8 - 49{,}87)^2] = 944{,}9$

DISPERSIÓN RESIDUAL = $(66 - 59{,}2)^2 + (67 - 59{,}2)^2 + (59 - 59{,}2)^2 + (53 - 59{,}2)^2 + (51 - 59{,}2)^2 + (48 - 50{,}6)^2 + (52 - 50{,}6)^2 + (50 - 50{,}6)^2 + (52 - 50{,}6)^2 + (51 - 50{,}6)^2 + (36 - 39{,}8)^2 + (35 - 39{,}8)^2 + (34 - 39{,}8)^2 + (45 - 39{,}8)^2 + (49 - 39{,}8)^2 = 406{,}8$

A continuación, habría que construir el estadístico F. Para que sea más sencillo calcularlo se construirá el siguiente cuadro:

FUENTES DE DISPERSIÓN	***SUMA DE CUADRADOS***	***GRADOS DE LIBERTAD***	***MEDIAS CUADRÁTICAS***	***VALOR DEL ESTADÍSTICO F***
▪ Tratamiento (precio)	944,9	3 − 1 = 2	944,9 / 2 = 472,5	472,5 / 33,9 = 13,937
Residual	406,8	14 − 2 = 12	406,8 / 12 = 33,9	
TOTAL	1.351,7	15 − 1 = 14		

El valor crítico, que se representaría por $F^{0.05}_{2,12}$, para un nivel de confianza del 95% es igual a 3,89. Como el valor del estadístico es mayor que el valor crítico esto quiere decir que la política de precios tiene un efecto significativo sobre la ventas, es decir, se rechaza la hipótesis nula que era que el efecto de la variable independiente (precio) sobre la variable dependiente (ventas) no era significativo.

DISEÑO EN BLOQUES ALEATORIOS

En el diseño en bloques aleatorios el investigador puede controlar una variable externa, la cual podría confundir los resultados del experimento. Este diseño recibe el nombre de bloques aleatorios porque estratifica las unidades de prueba o experimentales en función de la variable externa (tipo de establecimiento, tamaño del área geográfica, edad, ingresos del cliente) que se controla. En cada bloque o estrato los tratamientos son asignados de manera aleatoria a las unidades de prueba. El modelo en el que se apoya este método es el análisis de la varianza y el modelo estadístico lineal para este diseño es igual a:

Y_{ij} = EG + ET_j + EB_i (efecto del bloque) + EA

Dispersión Global = Dispersión Tratamiento j + Dispersión Bloque i + Dispersión Residual

$$\sum_i \sum_j \left(Y_{ij} - \overline{Y}\right)^2 = \sum_j n_j \cdot \left(\overline{Y}_{.j} - \overline{Y}\right)^2 + \sum_i n_i \cdot (\overline{Y}_{i.} - \overline{Y})^2 + DR$$

La dispersión residual es igual a la dispersión global menos la dispersión del tratamiento j menos la dispersión del bloque i. A continuación, se construirían dos estadísticos, uno para el tratamiento y otro para el bloque, siendo las expresiones a utilizar las siguientes:

$$F\text{ (para el tratamiento)} = \frac{DT_j \text{ / Grados de libertad del tratamiento}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

$$F\text{ (para el bloque)} = \frac{DB_i \text{ / Grados de libertad del bloque}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

Por último, para aceptar o rechazar la hipótesis nula se compararán estos estadísticos con los respectivos valores críticos para un determinado nivel de confianza. Si el valor del estadístico es mayor que el valor crítico se dirá que el efecto de la variable independiente sobre la dependiente es significativo. Por el contrario, si el valor del estadístico es menor que el valor crítico entonces se dirá que el efecto de la variable independiente sobre la dependiente no es significativo. Esto mismo se haría con el estadístico para el bloque.

El principal inconveniente de este tipo de diseño es que no tiene en cuenta el posible efecto interacción entre la variable externa (bloque) y el tratamiento o variable independiente. Es por tanto, adecuado cuando no haya relación alguna entre la variable externa y la variable independiente.

EJERCICIO:

Una empresa de productos de belleza acaba de crear una nueva crema cuyo precio está todavía por determinar. Para tomar esta decisión, ensaya tres precios diferentes (900, 1.100 y 1.500), ensayo que realiza en una determinada área geográfica durante un mes, a través de diferentes perfumerías y mediante una campaña de publicidad en prensa y radio local.

Las perfumerías son bastante diferentes entre sí, debido a su localización, forma de operar y cifra de ventas. Por ello, la empresa establece cinco grupos de perfumerías con cierta homogeneidad, donde va a experimentar la influencia del precio en las ventas.

Si en cada grupo el reparto de los tres tratamientos del precio se realiza al azar y las ventas medias por perfumería / mes para cada uno de los precios ensayados se indica en el cuadro siguiente. ¿Han tenido influencia los precios en la venta del producto? ¿Qué precio parece el más adecuado? ¿Por qué?

	Precio de 900	**Precio de 1.100**	**Precio de 1.500**	Media bloques
GRUPO I	540	420	300	$\overline{Y}_{1.} = 420$
GRUPO II	570	450	390	$\overline{Y}_{2.} = 470$
GRUPO III	540	480	408	$\overline{Y}_{3.} = 476$
GRUPO IV	510	450	330	$\overline{Y}_{4.} = 430$
GRUPO V	528	432	288	$\overline{Y}_{5.} = 416$
Media tratamientos	$\overline{Y}_{.1} = 537{,}6$	$\overline{Y}_{.2} = 446{,}4$	$\overline{Y}_{.3} = 343{,}2$	$\overline{Y} = 442{,}4$

Se aplica el diseño en bloques aleatorios como consecuencia de que hay una variable independiente que es el precio cuyo efecto sobre la variable dependiente (ventas) se quiere analizar. El precio tiene tres niveles o categorías (900, 1.100, 1.500). Además, se tiene control sobre una variable externa que es el tipo de perfumería.

DISPERSIÓN GLOBAL O TOTAL = $(540 - 442{,}4)^2 + (570 - 442{,}4)^2 + (540 - 442{,}4)^2 + (510 - 442{,}4)^2 + (528 - 442{,}4)^2 + (420 - 442{,}4)^2 + (450 - 442{,}4)^2 + (480 - 442{,}4)^2 + (450 - 442{,}4)^2 + (432 - 442{,}4)^2 + (300 - 442{,}4)^2 + (390 - 442{,}4)^2 + (408 - 442{,}4)^2 + (330 - 442{,}4)^2 + (288 - 442{,}4)^2 = 110.049{,}6$

DISPERSIÓN TRATAMIENTO (precio) = $5 \cdot [(537{,}6 - 442{,}4)^2 + (446{,}4 - 442{,}4)^2 + (343{,}2 - 442{,}4)^2] = 94.598{,}4$

DISPERSIÓN BLOQUE (tipo de perfumería) = $3 \cdot [(420 - 442{,}4)^2 + (470 - 442{,}4)^2 + (476 - 442{,}4)^2 + (430 - 442{,}4)^2 + (416 - 442{,}4)^2] = 9.729{,}6$

DISPERSIÓN RESIDUAL = 110.049,6 – 94.598,4 – 9.729,6 = 5.721,6

A continuación, se habrá de calcular los valores de los estadísticos, para lo cual se construye el siguiente cuadro:

FUENTES DE DISPERSIÓN	***SUMA DE CUADRADOS***	***GRADOS DE LIBERTAD***	***MEDIAS CUADRÁTICAS***	***VALOR DEL ESTADÍSTICO F***
▪ Tratamiento (precio)	94.598,4	3 – 1 = 2	94.598,4 / 2 = 47.299,2	47.299,2 / 715,2 = 66,13
Bloque (tipo de perfumería)	9.729,6	5 – 1 = 4	9.729,6 / 4 = 2.432,4	2.432,4 / 715,2 = 3,4
Residual	5.721,6	14 – 2 – 4 = 8	5.721,6 / 8 = 715,2	

Los valores críticos son los siguientes: $F^{0.05}_{2,\,8} = 4{,}46$ y $F^{0.05}_{4,\,8} = 3{,}84$.

Como el estadístico F para el tratamiento es mayor que el valor crítico para éste, significa que se rechaza la hipótesis nula, es decir, el precio influye significativamente sobre las ventas. Por otro lado, como el valor critico para el bloque es mayor que el estadístico F para el bloque no se puede rechazar la hipótesis nula, de forma que no se puede afirmar que haya una influencia significativa del tipo de perfumería sobre las ventas. A simple vista, parece ser que el precio más conveniente es el de 900, donde el volumen medio de ventas es mayor.

Sin embargo, con un precio de 1.500 los ingresos son los más altos de las tres alternativas posibles. Es decir, un aumento del precio no hace que las ventas caigan tanto como para ganar más con un precio de 900. Dicho de otra forma, un precio de 900 no trae consigo un incremento de las ventas tan grande como para compensar una disminución del precio de 1.500 a 900.

- Con un precio de 900 los ingresos serían igual a: 900 · 537,6 = 483.840
- Con un precio de 1.100 los ingresos serían igual a: 1.100 · 446,4 = 491.040
- Con un precio de 1.500 los ingresos serían igual a: 1.500 · 343,2 = 514.800

DISEÑO CUADRADO LATINO

El diseño cuadrado latino permite al investigador controlar dos variables externas. En este diseñó, las unidades de prueba se van a estratificar en función de dos criterios o variables: B_i y B_k. En cada bloque o estrato, las unidades experimentales se asignan de forma aleatoria a los tratamientos, aunque el procedimiento debe garantizar que un tratamiento determinado aparezca una sola vez en cada bloque o estrato.

Para poder aplicar el diseño cuadrado latino todas las variables, tanto las externas que se controlan como las independientes, tienen que tener el mismo número de niveles. El inconveniente del diseño cuadrado latino es que no tiene en cuenta las interacciones que pueden haber entre las variables independientes y las variables externas ni tampoco la interacción entre las propias variables externas, así que sólo será válido cuando los efectos interacción sean insignificantes o nulos. El modelo estadístico lineal para este tipo de diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = EG + ET_j + EB_i + EB_k + EA$$

Dispersión Global = Dispersión Tratamiento j + Dispersión Bloque i + Dispersión bloque k
+ Dispersión Residual

$$\sum_i \sum_j \left(Y_{ij} - \overline{Y}\right)^2 = \sum_j n_j \cdot \left(\overline{Y}_{.j} - \overline{Y}\right)^2 + \sum_i n_i \cdot (\overline{Y}_{i.} - \overline{Y})^2 + \sum_k n_k \cdot \left(\overline{Y}_{k.} - \overline{Y}\right)^2 + DR$$

La dispersión residual es igual a la dispersión global menos la dispersión del tratamiento j menos la dispersión del bloque i menos la dispersión del bloque k.

En el diseño cuadrado latino se han de calcular tres estadísticos, que luego habrá que comparar con los respectivos valores críticos o en tablas. Las expresiones para calcular los diferentes estadísticos son las siguientes:

$$F \text{ (para el tratamiento)} = \frac{DT_j \text{ / Grados de libertad del tratamiento}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

$$F \text{ (para el bloque i)} = \frac{DB_i \text{ / Grados de libertad del bloque i}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

$$F \text{ (para el bloque k)} = \frac{DB_k \text{ / Grados de libertad del bloque k}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

Si el valor del estadístico F para el tratamiento es mayor que el valor crítico para un determinado nivel de confianza se rechazará la hipótesis nula, es decir, la variable independiente tendrá un efecto significativo sobre la variable dependiente. Lo mismo se haría con los otros dos estadísticos, es decir, con el estadístico para el bloque i y con el estadístico para el bloque k.

EJERCICIO:

Una empresa desea experimentar políticas de formación de vendedores. Dado que los territorios de venta donde se ubican sus clientes tienen diferente potencial de ventas, la empresa piensa que este hecho puede tener influencia sobre los resultados de venta alcanzados por los vendedores. La edad de los vendedores también puede influir sobre los resultados. Los programas de formación sometidos a experimento son: (A) ningún entrenamiento; (B) cursillo por empresas de consulting; (C) formación mediante visitas a clientes y acompañados por otros vendedores con experiencia. Si los resultados obtenidos son los que se exponen en el siguiente cuadro, ¿Qué opinión le merecen la influencia de las variables sometidas a prueba sobre las ventas?

	POTENCIAL DE VENTAS			
EDAD DE LOS VENDEDORES	200 – 500	501 – 1.000	1.001 – 1.500	MEDIA BLOQUE
18 – 30	314 (A)	599 (B)	703 (C)	538,7
31 – 45	424 (B)	896 (C)	496 (A)	605,3
+ 45	238 (C)	314 (A)	312 (B)	288
MEDIA BLOQUE	325,3	603	503,7	$\overline{Y}$ = 477,3

En este ejercicio se está estudiando el efecto de tres programas de formación de los vendedores (variable independiente) sobre el volumen de ventas (variable dependiente). La variable independiente tiene tres niveles.

Hay dos variables externas, distintas al tratamiento, que son la edad y el potencial de ventas del territorio que se asigna a los vendedores. El diseño apropiado consiste en aplicar cada programa de formación exactamente una vez para cada intervalo de edad de los vendedores y en cada territorio. Por todos estos motivos se va aplicar el diseño cuadrado latino.

En la anterior tabla se tienen las variables externas y el nivel de tratamiento, que vendría representado por las letras A, B y C. Lo primero que hay que hacer es calcular los valores totales del tratamiento, de modo que se pueda construir una tabla con los valores para cada uno de los tratamientos.

	A	B	C
TOTAL TRATAMIENTOS	314 + 314 + 496 = 1.124	599 + 424 + 312 = 1.335	238 + 896 + 703 = 1.837
MEDIA TRATAMIENTOS	1.124 / 3 = 374,7	1.335 / 3 = 445	1.837 / 3 = 612,3

DISPERSIÓN GLOBAL = $(314 - 477{,}3)^2 + (424 - 477{,}3)^2 + (238 - 477{,}3)^2 + (599 - 477{,}3)^2 + (896 - 477{,}3)^2 + (314 - 477{,}3)^2 + (703 - 477{,}3)^2 + (496 - 477{,}3)^2 + (312 - 477{,}3)^2 = 382.174{,}01$

DISPERSIÓN TRATAMIENTO (programas de formación) = $3 \cdot [(374{,}7 - 477{,}3)^2 + (445 - 477{,}3)^2 + (612{,}3 - 477{,}3)^2] = 89.385{,}15$

DISPERSIÓN BLOQUE (edad) = $3 \cdot [538{,}7 - 477{,}3)^2 + (605{,}3 - 477{,}3)^2 + (288 - 477{,}3)^2] = 167.965{,}35$

DISPERSIÓN BLOQUE (potencial de ventas) = $3 \cdot [325{,}3 - 477{,}3)^2 + (603 - 477{,}3)^2 + (503{,}7 - 477{,}3)^2] = 118.804{,}35$

DISPERSIÓN RESIDUAL = $382.174{,}01 - 89.385{,}15 - 167.965{,}35 - 118.804{,}35 = 6.019{,}16$

A continuación, se ha de construir los estadísticos F, para lo cual se realizará la siguiente tabla:

FUENTES DE DISPERSIÓN	***SUMA DE CUADRADOS***	***GRADOS DE LIBERTAD***	***MEDIAS CUADRÁTICAS***	***VALOR DEL ESTADÍSTICO F***
▪ TRATAMIENTO (Programa de formación)	89.385,15	3 − 1 = 2	89.385,15 / 2 = 44.692,6	44.692,6 / 3.009,6 = 14,85
BLOQUE i (Edad)	167.965,35	3 − 1 = 2	167.965,35 / 2 = 83.982,7	83.982,7 / 3.009,6 = 27,9
BLOQUE k (Potencial de ventas)	118.804,35	3 − 1 = 2	118.804,35 / 2 = 59.402,2	59.402,2 / 3.009,6 = 19,74
RESIDUAL	6.019,16	8 − 6 = 2	6.019,16 / 2 = 3.009,6	
GLOBAL	382.174,01	9 − 1 = 8		

El valor crítico es el siguiente: $F^{0.05}_{2,\,2} = 19$, siendo éste el valor crítico tanto para el tratamiento, como para la edad, como para el potencial de ventas del territorio. Como el estadístico F para el tratamiento es menor que el valor crítico para éste, significa que no se puede rechazar la hipótesis nula, es decir, no podemos afirmar que haya una influencia significativa del programa de formación sobre las ventas.

Por otro lado, como el valor critico para el bloque i es menor que el estadístico F para este bloque se rechaza la hipótesis nula, de forma que se puede afirmar que hay una influencia significativa de la edad sobre las ventas. Por último, como el valor crítico para el bloque k es menor que el estadístico F para este bloque se rechaza la hipótesis nula, lo que supone que el potencial de ventas del territorio influye significativamente sobre las ventas. En resumen, las únicas variables con efecto sobre las ventas son las variables externas.

- ## DISEÑO FACTORIAL

En el diseño factorial se van a manipular dos o más variables independientes. Un diseño factorial trata de medir o cuantificar los efectos simultáneos de dos o más variables independientes sobre una variable dependiente, lo que da lugar a dos tipos de mediciones: efectos principales y efectos interacción.

Por efecto principal se entiende la influencia de cada una de las variables por separado y el efecto interacción es el efecto conjunto de dos o más variables. Es muy importante señalar que siempre en el diseño factorial tiene que haber el mismo número de observaciones para cada combinación de niveles. El modelo estadístico lineal para este tipo de diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = EG + ET_i + ET_j + EI_{ij} + EA$$

Dispersión Global = Dispersión Tratamiento i + Dispersión Tratamiento j + Dispersión interacción ij + Dispersión Residual

$$\sum_i \sum_j \left(Y_{ij} - \overline{Y}\right)^2 = \sum_i n_i \cdot \left(\overline{Y}_{i.} - \overline{Y}\right)^2 + \sum_j n_j \cdot (\overline{Y}_{.j} - \overline{Y})^2 + \sum_i \sum_j n_{ij} \cdot \left(\overline{Y} + \overline{Y}_{ij} - \overline{Y}_{i.} - \overline{Y}_{.j}\right)^2 + DR$$

La dispersión residual es igual a la dispersión global menos la dispersión del tratamiento i menos la dispersión del tratamiento j menos la dispersión de la interacción ij.

En el diseño factorial se han de calcular tres estadísticos, que luego habrá que comparar con los respectivos valores críticos o en tablas. Las expresiones para calcular los diferentes estadísticos son las siguientes:

$$F \text{ (para el tratamiento i)} = \frac{DT_i \text{ / Grados de libertad del tratamiento i}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

$$F \text{ (para el tratamiento j)} = \frac{DT_j \text{ / Grados de libertad del tratamiento j}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

$$F \text{ (para la interacción ij)} = \frac{DI_{ij} \text{ / Grados de libertad de la interacción ij}}{DR \text{ / Grados de libertad residuales}}$$

- Los grados de libertad para la interacción se calculan como: número de elementos que aparecen sumando en la expresión de la dispersión de la interacción menos el número de elementos que aparecen restando en dicha expresión.

Si el valor del estadístico F para el tratamiento i es mayor que el valor crítico para un determinado nivel de confianza se rechazará la hipótesis nula, es decir, la variable independiente tendrá un efecto significativo sobre la variable dependiente. Lo mismo se haría con los otros dos estadísticos, es decir, con el estadístico para el tratamiento j y con el estadístico para la interacción ij.

EJERCICIO:

Un investigador está interesado en conocer los efectos de la altura de los estantes y la ocupación de una góndola en las ventas de un producto de consumo enlatado. Para ello realiza un experimento eligiendo al azar 3 supermercados con características muy homogéneas en 6 ciudades de igual importancia.

Cada supermercado en cada una de las ciudades pone a la venta el producto combinando dos niveles del frontal con tres tipos de altura de los estantes. Los resultados obtenidos son los siguientes:

	A1 (Pies)	A2 (Manos)	A3 (Ojos)	
Nivel N1	70 75 79	85 88 93	77 81 78	80,7
Nivel N2	91 90 87	94 97 93	87 90 90	91
	82	91,7	83,83	85,83

Determinar la influencia de cada unas de las variables contempladas en el estudio sobre la ventas.

El diseño a aplicar sería el diseño factorial porque se tiene una variable dependiente (ventas) y dos variables independientes, que son la altura y el frontal. La variable altura tiene 3 niveles (pies: A1, manos: A2, ojos: A3) y la otra variable independiente, el frontal, tiene dos niveles (nivel 1: N1, nivel 2: N2).

Además, se nos dice que no difieren en ninguna variable externa importante (supermercados con características muy homogéneas en 6 ciudades de igual importancia). Todos estos motivos nos hacen aplicar el diseño factorial. Lo primero que hay que hacer es construir una tabla que recoja el comportamiento medio de cada interacción.

COMBINACIONES DE LOS TRATAMIENTOS	**N1A1**	**N1A2**	**N1A3**	**N2A1**	**N2A2**	**N2A3**

TOTAL	224	266	236	268	284	267
MEDIA	74,7	88,7	78,7	89,3	94,7	89

DISPERSIÓN GLOBAL = $(70 - 85{,}83)^2 + (75 - 85{,}83)^2 + (79 - 85{,}83)^2 + (91 - 85{,}83)^2 + (90 - 85{,}83)^2 + (87 - 85{,}83)^2 + (85 - 85{,}83)^2 + (88 - 85{,}83)^2 + (93 - 85{,}83)^2 + (94 - 85{,}83)^2 + (97 - 85{,}83)^2 + (93 - 85{,}83)^2 + (77 - 85{,}83)^2 + (81 - 85{,}83)^2 + (78 - 85{,}83)^2 + (87 - 85{,}83)^2 + (90 - 85{,}83)^2 + (90 - 85{,}83)^2 = 958{,}08$

DISPESIÓN TRATAMIENTO i (altura) = $6 \cdot [(82 - 85{,}83)^2 + (91{,}7 - 85{,}83)^2 + (83{,}83 - 85{,}83)^2] = 318{,}75$

DISPERSIÓN TRATAMIENTO j (frontal) = $9 \cdot [(80{,}7 - 85{,}83)^2 + (91 - 85{,}83)^2] = 477{,}41$

DISPERSIÓN INTERACCIÓN ij = $3 \cdot [(85{,}83 + 74{,}7 - 82 - 80{,}7)^2 + (85{,}83 + 88{,}7 - 91{,}7 - 80{,}7)^2 + (85{,}83 + 78{,}7 - 83{,}83 - 80{,}7)^2 + (85{,}83 + 89{,}3 - 82 - 91)^2 + (85{,}83 + 94{,}7 - 91{,}7 - 91)^2 + (85{,}83 + 89 - 83{,}83 - 91)^2] = 55{,}47$

DISPESIÓN RESIDUAL = $958{,}08 - 318{,}75 - 477{,}41 - 55{,}47 = 106{,}45$

FUENTES DE DISPERSIÓN	***SUMA DE CUADRADOS***	***GRADOS DE LIBERTAD***	***MEDIAS CUADRÁTICAS***	***VALOR DEL ESTADÍSTICO F***
ALTURA	318,75	3 – 1 = 2	318,75 / 2 = 159,375	159,375 / 8,871= 17,97
FRONTAL	477,41	2 – 1 = 1	477,41 / 1 = 477,41	477,41/ 8,871 = 53,82
INTERACCIÓN	55,47	7 – 5 = 2	55,47 / 2 = 27,735	27,735 8,871 = 3,13
RESIDUAL	106,45	17 – 2 – 1 – 2 = 12	106,45 / 12 = 8,871	
GLOBAL	958,08	18 – 1 = 17		

Los valores críticos son los siguientes: $F_{2,\,12}^{0.05}$ = 3,89; $F_{1,\,12}^{0.05}$ = 4,75; $F_{2,\,12}^{0.05}$ = 3,89. Como el valor de F para la altura es mayor que el valor crítico (17,97 > 3,89) se rechaza la hipótesis nula, es decir, la variable independiente altura influye significativamente sobre la variable dependiente (ventas). Para el caso del frontal ocurre lo mismo, ya que el valor de F es mayor que el valor crítico (53,82 > 4,75) lo que significa que la variable independiente frontal tiene un efecto significativo sobre las ventas (variable dependiente). Por último, el valor de F para la interacción es menor que el valor crítico (3,13 < 3,89), de forma que no podemos rechazar la hipótesis nula, lo que quiere decir que no se puede afirmar que el efecto conjunto de las dos variables independientes (altura y frontal) sobre las ventas sea significativo.

Referencias bibliográficas.

- Artículo de revista: Pérez Díaz, J.L. (2000): "Título del Artículo", Revista, Volumen 54, Número 2, Páginas 41 – 53.
- Libro: Pérez Díaz, J.L. (2000): "Título del Libro", Editorial Díaz de Santos, Madrid (7ª edición).
- STANTON, William. Fundamentos de Marketing. McGraw-Hill. Décima Primera Edición. Méjico 2000 (únicamente el capitulo 4)
- POPE, Jeffry. Investigación de Mercados. Editorial Norma. 1986
- LOPEZ ALTAMIRANO, Alfredo. ¿ Qué son, para qué sirven y cómo se hacen las Investigaciones de Mercado? Editorial CECSA. Primera Edición. Méjico 2001.
- Kotler, P "Dirección de la Mercadotecnia, Análisis, Planeación, Implementación y Control" sexta edición 1992.
- - Lambin, JJ "Marketing Estrategico" Ed. Mc Graw-Hill
- Ceavens, Hills, Woodruff Administración en mercadotecnia Ed. CECSA
- Andrés Quijano Ponce de León, Elementos básicos de la mercadotecnia
- Gist, Ronald R., Principio de Mercadotecnia, Editora Interamericana, México, 1973,448 págs.
- Thomas, Kinnear, Investigación de Mercado, Mcgraw-Hill, Colombia, 1994, 760 págs.