T DE STUDENT FORMADO POR TEMA 6 , TEMA 7 Y TEMA8

TEMA 6 - 2. LOS PRINCIPALES DISEÑOS DE DOS GRUPOS

Entre los diseños de dos grupos están todas las modalidades donde solo hay una variable independiente con dos grupos experimentales que recibe un nivel o tratamiento diferente cada uno, para ver si hay diferencias en la variable dependiente o si las diferencias son fruto del azar.

Cuadro 6.2. Paradigma general del diseño de dos grupos

Grupo	Variable independiente	Variable dependiente
Experimental	X_1 o X_e	T_1
Control	X_2, X_0, o –	T_1

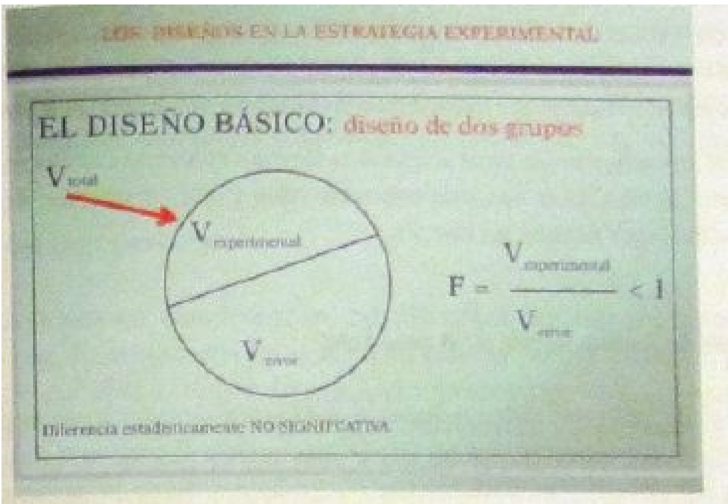
La variable independiente de la investigación experimental en sentido estricto es la que denominamos activa o de estímulo. En estudios ex- post- facto se trata se llaman variables asignadas o atributivas , ya que la variable independiente no es manipulada sino medida. Por lo general estas variables suelen pertenecer a las denominadas organísmicas que vienen a ser características del ser humano tales como la inteligencia , el sexo , la personalidad, variables también conocidas como intermediarias.
La variable dependiente es la que deseamos apreciar el efecto de la manipulación de la variable independiente.
La resolución estadística suele traducirse en la comparación , con diferentes modalidades para comparar las diferencias entre los valores esperables como resultado del azar y los valores t de las diferencias. Se pueden comparar con valores al azar las diferencias de medias desviaciones típicas, de correlaciones. En el enfoque clásico , en la prueba t consiste en comparación de las medias aritméticas de los grupos con los valores de azar entendidos como error típico de tales diferencias , cuya interpretación se hace en función de probabilidad de que dicho valor empírico se deba al azar. El denominador t es una medida de variabilidad.
Pues bien si el valor t resulta que tiene una probabilidad de azar menor o como mucho igual al margen de error que está dispuesto a aceptar el investigador, simbolizado por alfa toma la decisión de que tales diferencias son reales y no aleatorias , si bien esta dispuesto a admitir una probabilidad de error o de decisión incorrecta , evaluada justamente en el valor de alfa como mucho.

$$t = \frac{\text{Diferencia de medias aritméticas}}{\text{Error típico de la diferencia de tales medias}} = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sigma_{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}}$$

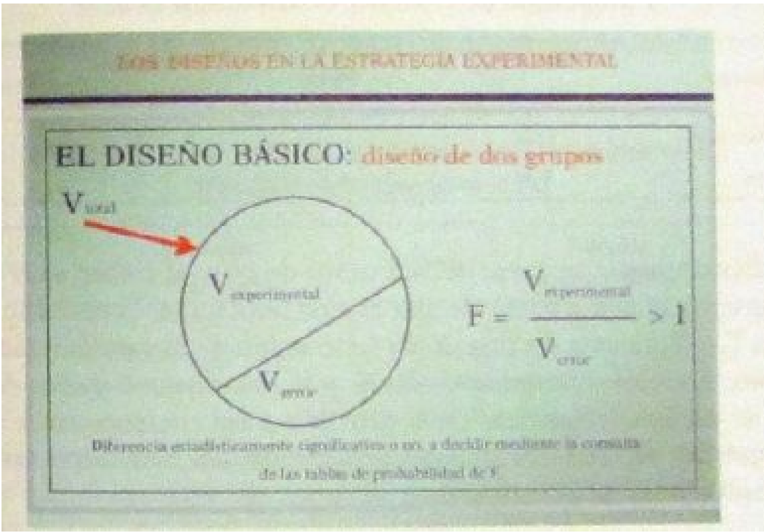
Los valores al azar son fruto de estudios normales tomados como modelos. Una alternativa a la t es la prueba F , el analisis de variaza ANAVA , se trata de analizar la varianza . La varianza total de las puntuaciones de los grupos se descompone en dos partes aquella que se puede atribuir al efecto de la variable independiente denominada varianza experimental y aquella de las diferencias entre sujetos pero no atribuibles a la variable que se llama varianza de error f.

EXTENSIÓN DEL DISEÑO DE DOS GRUPOS

Si t es equivalente a f cuando tratamos dos grupos , solo cuando la variable independiente tiene dos niveles.



En este caso las diferencias no son estadísticamente significativas , se cumple la hipótesis nula



Aquí la situación no está clara , habra que consultar la tabla de la F para poder atribuir las diferencias al azar o a la realidad.

2-1 DISEÑOS ÚNICAMENTE CON POST TEST

En el los dos grupos son equivalentes desde la perspectiva de las variables relevantes razon por la cual renunciamos a cualquier tipo de comprobaciones de tal hecho. .

Grupo	Selección y asignación	Pretest	Variable independiente	Postest
Experimental	Azar	—	X_1	T_1
Control	Azar	—	X_2	T_2

Se parte del hecho de que al haber sido formados ambos grupos al azar de la misma población. Si no se han producido influencias o si estas han sido pocas se consideran explicable por efectos del azar.

2.2 DISEÑOS CON PRE-TEST

Hay veces que necesitamos ver si los grupos son homogéneos antes de empezar a recibir la variable independiente, o por la mera tranquilidad a la hora de afirmar que las diferencias se deben al azar.

Grupo	Selección y asignación	Pretest	Variable independiente	Postest
Experimental	Azar	T_1	X_1	T_2
Control	Azar	T_3	X_2	T_4

Este diseño permite análisis estadísticos más amplios complejos que el anterior. Hay tres tipos diferentes

- T1- T3 para decidir sobre la equivalencia o no de los grupos antes de la introducción de variables independiente
- T2-T4 para probar la hipótesis. Este análisis coincide con el reseñado en el diseño anterior.
- (T1-T2) - (T3-T4) esto es , diferencias en el grupo experimental menor diferencias en el grupo de control, o comparaciones de ganancia entre ambos grupos entre sus respectivos pre-test y post- test. Para Kerlinger este tipo de análisis no es recomendable salvo que el efecto de la manipulación experimental sea muy fuerte . La solución que ofrece es la de utilizar análisis de covarianza y todavía mejor análisis de regresión múltiple.

Esto puede ser un problema por la validez interna de los diseños, la medición previa o pretest puede contaminar el experimento si se convierte en una variable extraña al interactuar con x. Investigadores como Camppbell refiriéndose a tales medidas , las denomina reactivas dado que su efecto es provocar una reacción determinada que influye en X .

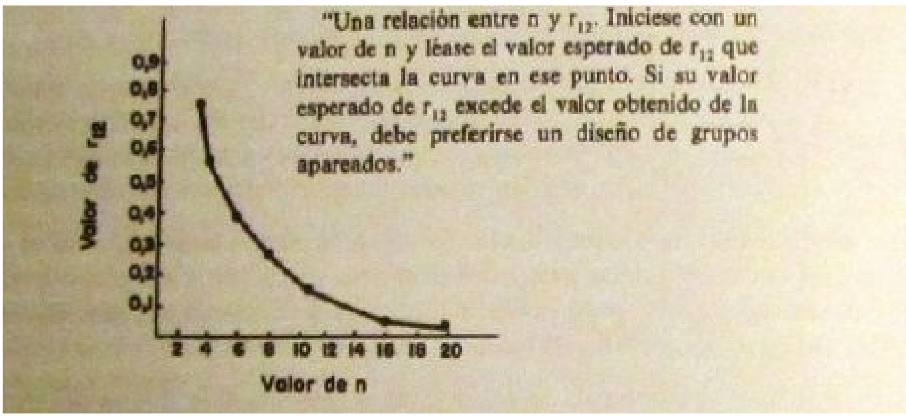
2.3. DISEÑOS CON SUJETOS INDEPENDIENTES O EMPAREJADOS

La modalidad a que ahora nos referimos ha sido considerada ya , al escoger a los sujetos de grupos naturales tal como existen por emparejamiento. En educación esto es más fácil dado que es difícil coger grupos naturales y sacarles de los grupos en que se encuentran insertos , incluso de las mismas instituciones.

Lo normal es utilizar las propias instituciones y trabajar con grupos ya constituidos a las ue se asigna al azar tratamientos, si aquellas se formarion por sistemas cuasi-aleatorios como el orden alfabético estamos ante una casi aleatorización en la que la población no puede ser definida sino como grupos de tal institución .
El análisis estadístico es diferente con sujetos emparejados. En este caso tiene un denominador menor , a igualdad de diferencia de medias en el numerador el cociente será más elevado aumentando así las probabilidades de que las diferencias sean estadísticamente significativas.

$$t = \frac{\overline{X}_A - \overline{X}_B}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B} - 2r_{AB}\frac{s_A}{\sqrt{n_A}} \times \frac{s_B}{\sqrt{n_B}}}}$$

2.4. VALORACIÓN
El diseño de bloques o emparejamiento asegura en mayor grado la equivalencia inicial y si el emparejamiento fue eficaz aumenta la sensibilidad del experimento , permitiendo constatar diferencias que por el sistema al azar pueden quedar como explicables por casualidad.
El diseño de bloques puede contar con menos sujetos que el azar sin embargo debe partir del estudio y mediación a un grupo notoriamente elevado para poder seleccionar unas pocas parejas. El diseño al azar no necesita de tales mediciones previas.
El diseño de bloques parece más sensible que el del modelo aleatorio al exigir resticciones quedan limitados los grados de libertad, concretamente los reduce a la mitad en el caso de t. Es más fácil rechazar la Ho en diseño de sujetos correlacionados pro llevar a un denominador de t más reducido al reducirse los grados de libertad. El estudio de dos grupos presenta claras limitaciones nacidas de su propia estructura que no permite probar sino un nivel de variable independiente frente a su ausencia a lo sumo frente a otro nivel de la misma. Se compensa la perdida de grados de libertad y debe ser de 0,5, y debe ser necesario ese procedimeinto de r cercanos a 0,1.



TEMA9 LAS PRUEBAS PARAMÉTRICAS Y SU USO EN LOS DIFERENTES DISEÑOS. LA PRUEBA T DE STUDENT
LÓGICA DE LA PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS NULA (PSHN) La H0 tiene dos propósitos básicos:
1. Sirve como punto de partida cuando no tenemos conocimiento o no hay razones para creer que existen diferencias entre los grupos.

2. Es un punto de referencia para comparar los resultados obtenidos y deducir si las diferencias observadas pueden ser atribuidas a algún factor distinto a la casualidad. Una media muestral se puede usar para probar la hipótesis sobre un valor específico de una madia poblacional desconocida a través del uso de la (PSHN).

2.1. EXIGENCIAS DEL MODELO Y LA PRUEBA

Además de la independencia de selección es preciso que se de :

- normalidad que los datos extraídos se distribuyan como la campana de Gauss. Si no se cumpliese este principio no sería nada excesivamente grave, solo se apartaría el alfa real (el error humano) un poco de los valores de alfa establecidos, error humano que se decidió al inicio del estudio.
- Homogeneidad de varianzas. Las varianzas de los grupos deben ser estadisticamente iguales , sino se produce varianza dentro de los grupos o varianza del error . Para Glass y Stanley el no tenerlo supondrá:
  - Mínima alteración del valor del alfa, si las muestras tienen el mismo número de sujetos.
  - Aumenta la probabilidad de error tipo I con respecto al valor alfa prefijado cuando la muestra menor pertenece con mayor varianza
  - Disminución de la probabilidad de error tipo I con respecto al alfa prefijado por el investigador cuando la muestra mayor pertenece a al población con mayor varianza
  - Para comprobarlo se pueden hacer pruebas de homogeneidad como la de Hartley y Cochram, o la de Bartlet.
- Nivel de medición de intervalo como poco
- Linealidad, no es exigida para la prueba t solo para la prueba F, es la necesidad de que as medias de estas poblaciones normales y homocedasticidad deberán ser combinaciones lineales de los efectos debidos a las columnas y a los renglones de ambos , y por tanto son aditivos.

2.2 PRINCIPALES PRUEBAS

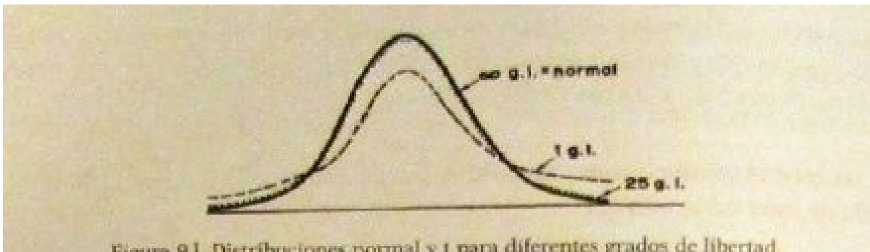


Figura 9.1. Distribuciones normal y t para diferentes grados de libertad.

Hay dos pruebas de diferencias de medias dependen del tamaño de las muestras para muestras grandes más de 30, está la z para muestras pequeñas o grandes, está la t. Las muestras pequeñas no siguen el modelo normal sino la distribución t, Entre el modelo normal y t no hay un salto sino un progresivo alejamiento conforme el valor de los grados de libertad como se ve en este caso donde a menor grado de libertad mayor valor crítico

Distribución	g.l.	Valores críticos
Normal	Infinitos	1,96
t	500	1,96
t	100	1,98
t	50	2,01
t	20	2,09
t	10	2,23
t	2	4,30
t	1	12,71

El error cambiará por lo tanto dependiendo si son desconocidas las varianzas poblacionales , si son conocidas, son desconocidas iguales al parámetro o no.

- Diferencias de medias aritméticas para grupos independientes:

a) supuestas conocidas las varianzas de las poblaciones

$$z = \frac{\overline{X}_A - \overline{X}_B}{\sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_B^2}{n_B}}}$$

b) desconocidas las varianzas, pero supuestas iguales entre si y al parámetro.con grados de libertad recortados gl= n+n-2

$$t = \frac{\overline{X}_A - \overline{X}_B}{\sqrt{\left[\frac{(n_A - 1)s_A^2 + (n_B - 1)s_B^2}{n_A + n_B - 2}\right]\left[\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}\right]}}$$

c) desconocidas las varianzas poblacionales supuestas distintas pero con muestras grandes

$$z = \frac{\overline{X}_A - \overline{X}_B}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}}$$

d) Desconocidas las varianzas y diferentes pero con muestras pequeñas . es igual que el anterior pero en t y con grados de libertad diferente para obtener el valor que más se acerque al teórico

$$\frac{\left(s_A^2 / n_A + s_B^2 / n_B\right)^2}{\frac{\left(s_A^2 / n_A\right)^2}{n_A + 1} + \frac{\left(s_B^2 / n_B\right)^2}{n_B + 1}} - 2$$

2.2.1 Los enfoques z y t

Estos métodos se basan en contrastar el valor empírico con el teórico, consiguiendo el empírico de la contrastación de las diferencias de medias aritméticas con el error típico de dicha diferencia. Entendiendo el error típico como la desviación típica de una distribución muestral.

Pasos a seguir: El primer paso es hacer una conjetura sobre un valor específico de un parámetro para una población. Se selecciona una muestra aleatoria de la población Se comparará la media observada con la media hipotetizada y se preguntará: ¿el resultado de la media observada es probable o improbable? Los valores cuya probabilidad de aparición es igual o menor que α (0,05=que aparecen 5 veces o menos de cada 100 sucesos) cuando la H0 es verdadera, son considerados improbables.

Se evalúa la probabilidad asociada al valor empírico obtenido. La distancia entre la media observada y la hipotetizada es llamada z o puntuación típica estandarizada z= X-µ/Õ. Con este resultado buscamos en la tabla la puntuación en la distribución muestral. Así, nos preguntamos si z ¿puede considerarse probable o improbable? ó ¿cuál es la probabilidad de obtener un valor como el obtenido si es cierta la H0? Cuanto más lejos esté el valor de M del valor hipotetizado, más grande será el valor de z y, en consecuencia, menor será su probabilidad de aparición si H0 es verdadera Se RECHAZA H0 si p (t, z, F…) ≤α

	Lo que sucede en la población	
Decisión del investigador	H_0 es verdadera	H_0 es falsa
Rechazar H_0	Error I α	Sin error 1-β: potencia estadística
No rechazar H_0	Sin error 1-α	Error II β

Error I: es la probabilidad de rechazar la H0 cuando ésta es verdadera, nivel de significación Error II: es la probabilidad de no rechazar la H0 cuando es falsa. El riesgo de cometer este error depende: Del tamaño de la muestra El verdadero tamaño de efecto en la población El valor de α Cuanto más grande sean c/uno de estos 3 valores, manteniendo los otros constantes, más pequeño será el error II. Estos mismos factores son los que permiten elevar la potencia estadística. La potencia estadística 1-β se define como la probabilidad de rechazar la H0 cuando es falsa. Decisión correcta. Lo deseable es que la potencia de la prueba sea de 0,80, es decir β≤0,20.

CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Una vez formulada la hipótesis, se la debe validar. En el paradigma cualitativo se utiliza para ello la Estadística mediante el contraste estadístico de hipótesis. Pasos a seguir: 1. Selección de una muestra aleatoria, para lo que antes se debe definir con claridad la población 2. Formulación de las hipótesis estadísticas: a partir de la hipótesis sustantiva o textual se formula: la hipótesis nula H0: en la que no hay efecto presente H0: µexp- µcont=0 ó H0: µexp= µcont la hipótesis alternativa H1: es la hipótesis del investigador, podrá ser: unilateral (de una cola), cuando se cree que con un método se obtendrán mejores resultados que con otro H0: µexp- µcont >0 ó H0: µexp> µcont si la diferencia esperada es positiva el contraste será unilateral derecho y si es negativa será unilateral izquierda bilateral (de dos colas), cuando se esperan diferencias pero no se sabe a favor de que grupo H0: µexp- µcont ≠0 ó H0: µexp≠ µcont este contraste exige repartir la probabilidad de error entre las 2 colas. 3. Elección del valor de alfa α o nivel de significación: es el investigador el que establece este valor (0,05-0,01) 4. Determinación de la distribución muestral y la región de rechazo: la distribución muestral tiene una desviación típica que se denomina error típico. Así el estadístico de contraste nos indica cuántos errores típicos se desvía nuestra diferencia de medias de una diferencia de medias igual a cero. Cuando este valor es tan grande que su probabilidad de ocurrencia = ó < que α, entonces diremos que dicha diferencia no es aleatoria, sino que se debe a otros factores distintos del azar. Se rechaza H0 si p (t,z,F-estadístico) ≤ α. Otros autores comparan el valor del estadístico empírico de contraste con el valor crítico del estadístico (valor correspondiente a α), que para un contraste bilateral α/2=0,025 1,96, por tanto si el estadístico empírico es mayor que z=1,96 se rechaza la H0 5. Utilización del valor exacto de p: p nos informa si el estadístico de contraste es mayor o menor que α y además de la probabilidad exacta de obtener un valor igual o superior al observado si la H0 es verdadera. Ello nos permite juzgar si hubiéramos podido rechazar H0 en caso de que se hubiera elegido un α más exigente

ERRORES EN LA UTILIZACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE PSHN

La PSHN se basa en la asunción de una serie de condiciones: Se ha realizado un muestreo aleatorio Las puntuaciones de la v.d. son cuantitativas y se mide en intervalos La distribución de la v.d. es normal, o se desea El investigador debería realizar solo un contraste con el mismo estudio Pero en las investigaciones en educación no siempre es posible cumplir estos pasos. Para reducir estas complicaciones en el ámbito de la educación se realizan diversas prácticas, como: Replicación del estudio: otros investigadores repiten el mismo estudio con nuevas muestras, para llegar a la misma decisión estadística, reduciendo así la posibilidad de error tipo I Validación cruzada: se obtiene una submuestra de la muestra de estudio En la interpretación de los resultados se habla de rechazar o no rechazar la H0, pero no de aceptar o rechazar. Esta distinción de matiz es importante porque puede haber muchas razones que expliquen que un resultado ha sido estadísticamente no significativo, cuando en realidad sí lo es. Esto sucede a veces por el tamaño de la muestra, en muchas ocasiones no rechazamos H0, pero si la muestra hubiera sida mayor sí la rechazaríamos. Otro motivo puede ser los niveles de la v.i., que no se hayan elegido o manipulado bien, también podría ser que estemos midiendo inadecuadamente la v.d. o que sea insensible a los efectos de la v.i. Por eso en Educación es tan importante la replicación de las investigaciones.

EL TAMAÑO DEL EFECTO Una diferencia estadísticamente significativa no significa que sea importante, sólo que existen diferencias en la población de referencia, aunque en la práctica sea irrelevante. Por tanto la significación estadística no nos dice gran cosa por sí sola, ni permite compara resultados entre investigaciones cuando varía la unidad métrica. Por ello es que se utiliza como complemento el tamaño del efecto, siendo la d de Cohen el más utilizado. d muestra el tamaño del efecto como una diferencia tipificada (z), nos indica cuantas desviaciones típicas se aparta una media aritmética de la otra d= x1-x2 / scombinada En Ciencias Sociales los valores sugeridos para interpretar d son: d ≤ .20 efecto pequeño d ≈ .50 efecto moderado d ≥ .80 efecto grande O puede interpretarse de un d=0.50 que la media mayor está media desviación típica por encima de la media menor. O que el sujeto II supera al I en 19 percentiles, ya que a z=0,50 le corresponde un área de 0,1915

5 LAS PRUEBAS PARAMÉTRICAS PARA MUESTRAS RELACIONADAS.

Hay tres pruebas para mirar muestras relacionadas a t, la z y la f. Aunque en realidad a t y la z son en la práctica la misma

$$t = \frac{\overline{X}_A - \overline{X}_B}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B} - 2r_{AB}\frac{s_A}{\sqrt{n_A}} \times \frac{s_B}{\sqrt{n_B}}}}$$

La cantidad de error se reduce cuando aumenta la correlación de la misma.

Si previamente no se ha hecho la correlación puedes hacer esta otra prueba, cuando las muestras son pequeñas:

$$t = \frac{\overline{X}_A - \overline{X}_B}{\sqrt{\dfrac{\sum D^2 - \dfrac{\left(\sum D\right)^2}{n}}{n(n-1)}}}$$

EJEMPLO

Tabla 9.9. Centímetros saltados por dos muestras correlacionadas de sujetos y cálculos básico para t

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X_A	X_B	x_A	x_A^2	x_B	x_B^2	$D=(X_B-X_A)$	D^2	$d=D-\overline{X}_D$	d2	X_AX_B-AB
174	175	15,2	231,04	12,3	151,29	1	1	-2,9	8,41	30.450
172	176	13,2	174,24	13,3	176,89	4	16	0,1	0,01	30.272
169	172	10,2	104,04	9,3	86,49	3	9	-0,9	0,81	29.068
164	168	5,2	27,04	5,3	28,09	4	16	0,1	0,0	27.552
163	163	4,2	17,64	0,3	0,09	0	0	-3,9	15,21	26.569
159	164	-0,2	0,04	1,3	1,69	5	25	1,1	1,21	26.076
154	161	-4,8	23,04	-1,7	2,89	7	49	3,1	9,61	24.794
149	149	-9,8	96,04	-13,7	187,69	0	0	3,9	15,21	22.201
146	153	-12,8	163,84	-9,7	94,09	7	49	3,1	9,61	22.338
138	146	-20,8	432,64	-16,7	278,89	8	64	4,1	16,81	20.148
1.588	1.627		1.269,6		1.008,1	39	229		76,90	259.468

GRUPOS	n	$\overline{X}$	s
A	10	158,8	$\sqrt{\dfrac{1.269,6}{9}} = 11,88$
B	10	162,7	$\sqrt{\dfrac{1.008,1}{9}} = 10,58$
A-B	10	3,9	$\sqrt{\dfrac{76,90}{9}} = 2,92$

$$r_{AB} = \frac{\sum AB - \sum A \sum B}{\sqrt{\left[n\sum A^2 - \left(\sum A\right)^2\right]\left[n\sum B^2 - \left(\sum B\right)^2\right]}}$$

$$r_{AB} = \frac{259.468 - 1.588 \times 1.627}{\sqrt{[10 \times 253.444 - 1588^2]\,[10 \times 265.721 - 1.627^2]}} = 0{,}97$$

$$t = \frac{162{,}7 - 158{,}8}{\sqrt{\frac{10{,}58^2}{10} + \frac{11{,}88^2}{10} - 2 \times 0{,}97\left(\frac{10{,}58}{\sqrt{10}}\right)\left(\frac{11{,}88}{\sqrt{10}}\right)}} = \frac{3{,}9}{0{,}93} = 4{,}19$$

$$t = \frac{162{,}7 - 158{,}8}{\sqrt{\frac{229 - \frac{39^2}{10}}{10 \times 9}}} = \frac{3{,}9}{0{,}92} = 4{,}22 : t = \frac{3{,}9}{2{,}92/\sqrt{10}} = \frac{3{,}9}{0{,}92} = 4{,}22$$

Ejemplo : Un investigador trata de demostrar que existen diferencias ligadas al sexo en cuanto la capacidad para resolver pruebas . Para probar su hipótesis de existencia de diferencias a un nivel de significación del 0,05 decide formar 12 parejas igualadas en los resultados de una prueba similar, aplicada a principio de curso

Los resultados expresados en segundos, fueron los siguientes:

Grupo A, femenino: 386, 368, 362, 350, 343, 320, 311, 290, 275, 253, 223, 211.

Grupo B, masculino: 394, 352, 374, 354, 349, 319, 326, 244, 278, 294, 230, 216.

Tabla 9.10. Segundos necesitados por sujetos de ambos sexos para la realización de un test espacial

X_A	X_B	$D=(X_B-X_A)$	D^2	$d=(D-\bar{X}_D)$	d^2
386	394	8	64	4,83	23,33
368	352	-16	256	-19,17	367,49
362	374	12	144	8,83	77,97
350	354	4	16	0,83	0,69
343	349	6	36	2,83	8,01
320	319	-1	1	-4,17	17,39
311	326	15	225	11,83	139,95
290	244	-46	2.116	-49,17	2.417,69
275	278	3	9	-0,17	0,03
253	294	41	1.681	37,83	1.431,11
223	230	7	49	3,83	14,67
211	216	5	25	1,83	3,35
3.692	3.730	+38	4.622		4.501,68

$$\bar{X}_A = 3.692/12 = 307,67$$
$$\bar{X}_B = 3.730/12 = 310,83$$
$$\bar{X}_D = 38/12 = 3,17$$
$$s_d = \sqrt{4.501,68/11} = 20,23$$

$$t = \frac{310,83 - 307,67}{\sqrt{\dfrac{4.622 - \dfrac{38^2}{12}}{12 \times 11}}} = \frac{3,16}{5,84} = 0,54$$

$$t = \frac{310,83 - 307,67}{20,23/\sqrt{12}} = \frac{3,16}{5,84} = 0,54$$

donde 2,201 > 0,54 a pesar de la elevada correlación existente nada menos que 0,94, el resultado no representa una diferencia significativa.

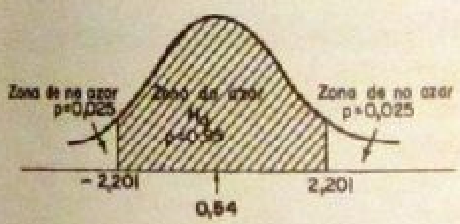


Figura 9.10. Zonas conforme a H_0 y H_1 y situación del valor empírico de t.

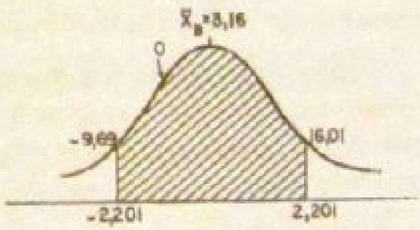


Figura 9.11. Intervalo confidencial para $\alpha = 0,05$, en torno a $\bar{X}_A - \bar{X}_B$ y situación de las diferencias nulas.

Ejemplo 4.2. Un psicólogo que trabaja en una empresa imparte un curso sobre asertividad. El objetivo del curso consiste en fomentar esta habilidad en los directivos que forman parte de su departamento. Antes del curso mide la asertividad mediante un test que proporciona medidas en una escala de intervalo, y en el que las puntuaciones altas indican un comportamiento asertivo. Al finalizar el curso el psicólogo aplica de nuevo el test de asertividad a los asistentes. Las puntuaciones antes y después del curso fueron las siguientes:

Sujeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antes	18	24	25	24	27	30	24	31	24	28
Después	24	23	34	22	34	40	35	31	27	30

Con un nivel de confianza del 95%. Suponiendo que en la población la distribución de las diferencias es normal, ¿Podemos decir que el curso realizado por el psicólogo ha incrementado la asertividad de los directivos?

Antes de realizar el contraste de hipótesis vamos a calcular las diferencias y los cuadrados de las mismas entre las condiciones "Antes" y "Después" para cada par de sujetos. Estos cálculos, necesarios para calcular la media y la cuasivarianza insesgada, aparecen en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4

Sujeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antes	18	24	25	24	27	30	24	31	24	28
Después	24	23	34	22	34	40	35	31	27	30
d_i	-6	1	-9	2	-7	-10	-11	0	-3	-2
d_i^2	36	1	81	4	49	100	121	0	9	4