



Apoyo

Multimedia

Estadística aplicada en Psicología y Ciencias de la salud

Fabiola González Betanzos
María del Consuelo Escoto Ponce de León
Joanna Koral Chávez López



Manual Moderno[®]

Estadística aplicada en Psicología y Ciencias de la salud

González/Escoto/Chávez

Estadística aplicada en Psicología y Ciencias de la salud es una obra que guía a los usuarios que se internan por primera vez en el uso de la estadística. Su finalidad es proporcionar al lector una herramienta para organizar, procesar y analizar variables cuantitativas y cualitativas, y así lograr emitir juicios sustentados en evidencia sólida.

En los 12 capítulos del libro se abordan los conceptos básicos de estadística, la organización y descripción de los datos y la inferencia basada en el cálculo de probabilidades. También se exponen ejemplos relacionados con distintas disciplinas vinculadas a la promoción del bienestar físico, social y mental y a la prevención de enfermedades a nivel individual y grupal. En cada capítulo se desarrolla el tema a partir de un problema y se presentan gran cantidad de ejercicios de auto comprobación y voluntarios con sus respectivas soluciones.

En la elaboración del libro colaboraron profesores e investigadores especialistas de once universidades mexicanas de reconocido prestigio: Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Juárez del Estado de Durango, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad de Guadalajara, Universidad Pedagógica Nacional, Instituto Politécnico Nacional, Instituto Michoacano de ciencias de la Educación y Tecnológico de México.

Una aportación importante de esta obra es la incorporación de apoyo multimedia. Tanto para variables cualitativas como cuantitativas, los apoyos en línea contienen una amplia variedad de ejemplos de problemas, tablas, gráficas, estadísticos descriptivos e inferenciales, resueltos en R.



www.manualmoderno.com

Títulos afines:

Manual de publicaciones de la APA, 3ª. ed.; American Psychological Association

Proceso de la investigación cualitativa. Epistemología, metodología y aplicaciones; Bautista

Manual de métodos de investigación para las ciencias sociales.

Un enfoque de enseñanza basado en proyectos; García

Pruebas psicológicas. Una introducción práctica, 2ª ed.; Hogan

Manual básico de investigación científica, 2ª. ed.; Martínez

ISBN 978-607-448-622-3



9 786074 486223

Estadística aplicada en Psicología y Ciencias de la salud



EL LIBRO MUERE CUANDO LO FOTOCOPIA

AMIGO LECTOR:

La obra que usted tiene en sus manos posee un gran valor. En ella, su autor ha vertido conocimientos, experiencia y mucho trabajo. El editor ha procurado una presentación digna de su contenido y está poniendo todo su empeño y recursos para que sea ampliamente difundida, a través de su red de comercialización.

Al fotocopiar este libro, el autor y el editor dejan de percibir lo que corresponde a la inversión que ha realizado y se desalienta la creación de nuevas obras. Rechace cualquier ejemplar "pirata" o fotocopia ilegal de este libro, pues de lo contrario estará contribuyendo al lucro de quienes se aprovechan ilegítimamente del esfuerzo del autor y del editor.

La reproducción no autorizada de obras protegidas por el derecho de autor no sólo es un delito, sino que atenta contra la creatividad y la difusión de la cultura.

Para mayor información comuníquese con nosotros:



Editorial El Manual Moderno, S. A. de C. V.
Av. Sonora 206, Col. Hipódromo, 06100
Ciudad de México

Editorial El Manual Moderno Colombia S. A. S.
Carrera 12-A No. 79-03/05
Bogotá, D.C



Estadística aplicada en Psicología y Ciencias de la salud

Dra. Fabiola González Betanzos

Doctora en Metodología en Ciencias del Comportamiento y de la Salud,
Universidad Autónoma de Madrid,
Maestra en Metodología y Estadística en Ciencias
del Comportamiento y de la Salud,
Universidad Complutense de Madrid.
Licenciada y Maestra en Psicología,
Universidad Nacional Autónoma de México.
Perfil PRODEP. Integrante del Sistema Nacional de Investigadores.

Dra. María del Consuelo Escoto Ponce de León

Doctora en Psicología,
Universidad Nacional Autónoma de México.
Maestra en Modificación de Conducta y Licenciada en Psicología,
Universidad Nacional Autónoma de México.
Profesora de Tiempo Completo,
Universidad Autónoma del Estado de México.
Perfil PRODEP. Integrante del Sistema Nacional de Investigadores.

Mtra. Joanna Koral Chávez López

Maestra en Educación,
Universidad Interamericana para el Desarrollo.
Licenciada en Ingeniería en Sistemas Computacionales,
Instituto Tecnológico de Morelia.
Profesora de Tiempo Completo,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Perfil PRODEP.

Editor responsable:
Lic. Georgina Moreno Zarco
Editorial El Manual Moderno



Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. Editorial El Manual Moderno Colombia S.A.S.
Av. Seneca 206 Col. Hipódromo, C.P. 06100 México, Ciudad de México Carrera 12-A No. 79-0305 Bogotá, DC

Nos interesa su opinión,
comuníquese con nosotros:



Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.,
Av. Sonora núm. 206,
Col. Hipódromo,
Deleg. Cuauhtémoc,
06100 México, Ciudad de México



(52-55)52-65-11-00



info@manualmoderno.com
quejas@manualmoderno.com

Para mayor información en:

- Catálogo del producto
 - Novedades
 - Distribuciones y más
- www.manualmoderno.com

Estadística aplicada en Psicología y Ciencias de la salud

D.R. © 2017 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.
ISBN: 978-607-448-622-3

Miembro de la Cámara Nacional
de la Industria Editorial Mexicana, Reg. núm. 39

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de
esta publicación puede ser reproducida, almacenada
en sistema alguno de tarjetas perforadas o transmitida
por otro medio —electrónico, mecánico, fotocopiable,
registrador, etcétera— sin permiso previo por escrito
del titular de los derechos patrimoniales.



Manual Moderno®

es marca registrada de
Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.

Estadística aplicada en psicología y ciencias de la salud / [coordina-
dores y autores] Fabiola González Betanzos, María del Consuelo Escoto
Ponce de León, Joanna Koral Chávez López. — 1ª. edición. — Ciudad
de México : Editorial El Manual Moderno, 2017.
xiv, 432 páginas : ilustraciones ; 26 cm.

Incluye índice
ISBN 978-607-448-622-3

I. Estadística. 2. Probabilidades — Problemas, ejercicios, etc.
3. Variables (Matemáticas). I. González Betanzos, Fabiola, autor. II.
Escoto Ponce de León, María del Consuelo, autor. III. Chávez López,
Joanna Koral, autor.

519.5-scdd21

Biblioteca Nacional de México

Director editorial y de producción:
Dr. José Luis Morales Saavedra

Editora de desarrollo:
Tania Flor García San Juan

Diseño de portada:
Lic. Mariana Castillo López

Lectura final:
Lic. José Antonio Martínez Pineda

Erika Álvarez Álvarez

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Capítulo 2

Omar Arce Rodríguez

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Sur
Capítulo 11

Lilián Elizabeth Bosques Brugada

Universidad Autónoma del Estado de México
Capítulo 6

José Jaime Camacho Escoto

Instituto Politécnico Nacional
Capítulo 8

Esteban Jaime Camacho Ruiz

Universidad Autónoma del Estado de México
Capítulo 6, 8

Brenda Sarahi Cervantes Luna

Universidad Autónoma del Estado de México
Capítulo 1, 8

Ismael Díaz Rangel

Universidad Autónoma del Estado de México
Capítulo 7

Felipe de Jesús Díaz Reséndiz

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Sur
Capítulo 11

Oscar Armando Esparza Del Villar

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Capítulo 5

Karina Franco Paredes

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Sur
Capítulo 11

Mónica Fulgencio Juárez

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Capítulo 10

Adriana Patricia González Zepeda

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Capítulo 2

Esperanza Guarneros Reyes

Universidad Nacional Autónoma de México
Capítulo 3, 12

Claudia Angélica Hernández Rodríguez

Instituto Politécnico Nacional
Capítulo 7

Manuel Leonardo Ibarra Espinosa

Universidad Autónoma del Estado de México
Capítulo 8

Oliverio Leonel Linares Olivas

Universidad Juárez del Estado de Durango
Capítulo 1

Cosme Francisco Maldonado Rivera

Universidad Juárez del Estado de Durango
Capítulo 1

Priscila Montañez Alvarado

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Capítulo 5

Gabriela Navarro Contreras

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Capítulo 10

Carlos N. Nava Quiroz

Universidad Nacional Autónoma de México
Capítulo 4

Roberto Oropeza Tena

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Capítulo 10

Leticia Pesqueira Leal

Universidad Juárez del Estado de Durango
Capítulo 1

Juan Quiñones Soto

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Capítulo 5

Jorge Regalado Meza

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Capítulo 12

Gabriela Rodríguez Hernández

Universidad Autónoma del Estado de México
Capítulo 6

Ma. Leticia Serna González

IMCED. Zitácuaro
Capítulo 9

Patricia Serna González

Universidad Pedagógica Nacional. Unidad 161 Morelia
Capítulo 9

Arturo Silva Rodríguez

Universidad Nacional Autónoma de México
Capítulo 3, 12

Cynthia Zaira Vega Valero

Universidad Nacional Autónoma de México
Capítulo 4

Rodolfo Zaragoza Sánchez

Universidad Pedagógica Nacional. Unidad 161 Morelia
Capítulo 9

Revisores técnicos

Sonia Janeth Romero Martínez
Universidad a Distancia de Madrid

Xavier Giovanni Ordoñez Camacho
Universidad Complutense de Madrid

Erwin Rogelio Villuendas González

Karina Mariela Figueroa Mora

María Elena Rivera Heredia

Elsa Edith Zalapa Lúa

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Kenner Ordóñez Lacayo

Instituto de Investigaciones Psicológicas

Andrés Felipe Antivilo Bruma

Rodrigo Asún

Universidad de Chile

Marcelo Leiva-Bianchi

Universidad de Talca, Chile

Olga Rosalba Rodríguez Jiménez

Universidad Nacional de Colombia

Editor de Ejercicios en R:

Ismael Díaz Rangel

CU-Ecatepec, Universidad Autónoma del Estado de México

Guaner Rojas Rojas

Kenner Ordóñez Lacayo

Universidad de Costa Rica

Estadística aplicada en Psicología y Ciencias de la salud es una obra que guía a los usuarios que se internan por primera vez en el uso de la estadística. Su finalidad es proporcionar al lector una herramienta para organizar, procesar y analizar variables cuantitativas y cualitativas, y así lograr emitir juicios sustentados en evidencia sólida.

El libro contiene 12 capítulos. En cada capítulo se desarrolla el contenido del tema, a partir de un problema. En ellos se encontrará una gran cantidad de ejercicios de autoevaluación y voluntarios, con sus respectivas soluciones, además de un glosario de términos. Una aportación importante de esta obra es la incorporación de apoyos en línea para el uso y manejo de los principales contenidos del libro.

En un primer momento, el libro introduce al lector a los conceptos básicos, utilidad, alcances de la estadística, dentro del proceso de investigación y se hace la distinción entre estadística descriptiva e inferencial (capítulos 1 y 2). Después se aborda la organización y presentación de los datos en tablas y gráficas, así como su representación con técnicas descriptivas (capítulo 3). La estadística inferencial, la cual incluye elementos como el muestreo, la estimación de parámetros y el contraste de hipótesis mediante los pasos de inferencia estadística, se aborda en el capítulo 4.

Finalmente, a partir del capítulo 5 se describen las pruebas estadísticas de asociación y comparación, tanto paramétricas como no paramétricas y sus supuestos, con el propósito de que los usuarios del libro aprendan a seleccionar el estadístico más idóneo y comprueben sus requisitos a partir del tipo de datos que se tienen (variables cualitativas, cuantitativas o ambas) y el propósito del estudio. En cada uno de estos capítulos, el lector aprenderá a seleccionar el tipo de prueba y a comprobar sus supuestos, así como a establecer las hipótesis. Por último, el usuario del libro aprenderá a calcular los estadísticos y su probabilidad de ocurrencia, para interpretar los resultados y aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Descarga el apoyo multimedia en la página: www.manualmoderno.com/gonzalez

Colaboradores	V
Revisores técnicos	IX
Prefacio	XI
Capítulo 1. Introducción a la estadística	1
<i>Brenda Sarahí Cervantes Luna, Cosme Francisco Maldonado Rivera, Oliverio Leonel Linares Olivas, Leticia Pesqueira Leal</i>	
Capítulo 2. Conceptos iniciales	13
<i>Erika Álvarez Álvarez, Adriana Patricia González Zepeda, Joanna Koral Chávez López</i>	
Capítulo 3. Análisis descriptivo de una variable cuantitativa	33
<i>Esperanza Guarneros Reyes, Arturo Silva Rodríguez</i>	
Capítulo 4. Introducción a la inferencia estadística	75
<i>Carlos N. Nava Quiroz, Cynthia Zaira Vega Valero</i>	
Capítulo 5. Relación entre variables: dos cuantitativas (Correlación de Pearson)	99
<i>Oscar Armando Esparza Del Villar, Juan Quiñones Soto, Priscila Montañez Alvarado</i>	
Capítulo 6. Relación entre variables: una cualitativa categórica y una cuantitativa (Correlación de Spearman)	129
<i>Lilián Elizabeth Bosques Brugada, Esteban Jaime Camacho Ruíz, Gabriela Rodríguez Hernández</i>	
Capítulo 7. Relación entre variables: dos variables cualitativas (χ^2 de Pearson)	161
<i>María del Consuelo Escoto Ponce de León, Ismael Díaz Rangel, Claudia Angélica Hernández Rodríguez</i>	

Capítulo 8. Pruebas de diferencia sobre una variable cuantitativa (Prueba <i>t</i> Student para muestras independientes o relacionadas)	181
<i>Esteban Jaime Camacho Ruiz, Brenda Sarahi Cervantes Luna, Manuel Leonardo Ibarra Espinosa, José Jaime Camacho Escoto</i>	
Capítulo 9. Pruebas de diferencia sobre una variable categórica ordinal (Rangos con signo de Wilcoxon para muestras Relacionadas, U de Mann-Whitney para dos grupos independientes, Kruskall-Wallis y el ANOVA de Friedman).....	235
<i>Patricia Serna González, Rodolfo Zaragoza Sánchez, Ma. Leticia Serna González, Fabiola González Betanzos</i>	
Capítulo 10. Prueba de diferencia sobre una variable categórica nominal (Prueba binomial del signo)	277
<i>Mónica Fulgencio Juárez, Roberto Oropeza Tena, Gabriela Navarro Contreras</i>	
Capítulo 11. Pruebas de diferencia sobre una variable cuantitativa (Prueba F de un factor con medidas repetidas)	297
<i>Felipe de Jesús Díaz Reséndiz, Karina Franco Paredes, Omar Arce Rodríguez</i>	
Capítulo 12. Análisis de regresión lineal (Regresión lineal simple).....	345
<i>Arturo Silva Rodríguez, Esperanza Guarneros Reyes, Jorge Regalado Meza</i>	
Apéndices	379
Índice.....	405

PRUEBAS DE DIFERENCIA SOBRE UNA VARIABLE CUANTITATIVA

Esteban Jaime Camacho Ruiz, Brenda Sarahi Cervantes Luna, Manuel Leonardo Ibarra Espinosa, José Jaime Camacho Escoto

OBJETIVOS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar este capítulo, el lector aprenderá a observar las diferencias entre dos grupos de personas y una muestra medida en dos momentos, con respecto a una variable cuantitativa. Para ello aplicará la prueba *t* Student para muestras independientes o relacionadas. Específicamente, el lector estimará los parámetros y contrastará las hipótesis, poniendo en práctica los pasos de la inferencia estadística hasta calcular los estadísticos e interpretarlos, con el fin de rechazar o aceptar la hipótesis nula.

En capítulos anteriores se exploró la relación entre variables; sin embargo, es posible que el investigador se interese en la búsqueda de **diferencias** entre grupos de personas. En la investigación experimental del área de psicología, las intervenciones preventivas son un ejemplo de manipulación de variables, cuya finalidad es lograr cambios en las actitudes, conocimientos o comportamientos de las personas, de tal manera que es posible establecer diferencias en la medición. Por ejemplo, se toman dos grupos de niños de primaria y de manera aleatoria uno de estos grupos se asigna a un programa cognitivo conductual para disminuir los síntomas de trastornos alimentarios; mientras que el otro grupo se mantiene como control en lista de espera. Si se observa que el grupo con intervención presenta menos síntomas de trastorno alimentario, entonces se puede inferir que la intervención provocó esta disminución de síntomas (Escoto, Mancilla y Camacho, 2008).

La prueba *t* Student es una herramienta muy importante, ya que no sólo se centra en observar las diferencias entre las variables, sino que permite comparar las medias de dos mediciones. Sus fundamentos son:

1. Las medias de las dos mediciones pueden ser diferentes.
2. Si las mediciones provienen de la misma población, se espera que sus medias sean iguales.
3. Mientras más grandes sean las diferencias entre las dos medias, se tendrá mayor certeza de que las diferencias no se deben al azar.

Por otro lado, los supuestos de la prueba *t* Student son:

1. La variable medida se distribuye normalmente.
2. El nivel de medición de la variable es, por lo menos, de intervalo.

Existen dos tipos de prueba *t*: para muestras relacionadas y para muestras independientes; su uso depende de si la variable independiente fue medida utilizando los mismos o diferentes participantes (Field, 2003). Estos tipos se describen a continuación.

PRUEBA *t* STUDENT PARA MUESTRAS RELACIONADAS

Esta prueba se utiliza cuando existen dos condiciones experimentales y las mismas personas participaron en ambas condiciones. Los supuestos de esta prueba son:

- a) Homocedasticidad (homogeneidad de las varianzas de la variable dependiente en ambos grupos).
- b) Las puntuaciones son independientes, ya que provienen de diferentes grupos.

Presentación del problema

Supóngase que se desea conocer el impacto de un programa de 10 sesiones para incrementar la autoestima en adolescentes. Para ello, se utiliza un cuestionario de autoestima para adolescentes, el cual se aplicó antes y después de la intervención. En dicha prueba, las puntuaciones mayores indican mejor autoestima.

En este ejemplo hipotético se tienen dos mediciones con los mismos sujetos, por lo que un paso lógico es sintetizar los cálculos que se requieren para saber si el programa es efectivo o no. Asimismo, es preciso considerar que se aplicó un instrumento de medición de la autoestima en dos momentos diferentes: preprueba y posprueba (tabla 8-1).

Tabla 8-1. Puntuaciones del cuestionario de autoestima de los participantes en la preprueba y la posprueba

Participante	Preprueba	Posprueba
1	7	12
2	7	13
3	8	17
4	9	13
5	10	15
6	10	16
7	10	17
8	11	17
9	11	13
10	12	18
11	13	19
12	15	19

Tabla 8-1. Puntuaciones del cuestionario de autoestima de los participantes en la preprueba y la posprueba (continuación)

Participante	Preprueba	Posprueba
13	17	20
14	17	21
15	17	22
16	18	23
17	19	24
18	19	25
19	11	17
20	11	13
21	12	18
22	13	19
23	15	19
24	17	20
25	10	17
26	11	13
27	12	18
28	17	19
29	15	19
30	17	20

Estimación de parámetros y contraste de hipótesis

El primer paso de prueba *t* Student para muestras relacionadas consiste en establecer los parámetros que se contrastarán. En este caso, la comparación entre las dos mediciones, de acuerdo con los criterios de la prueba *t*, corresponde a la comparación de la media aritmética obtenida en cada medición: preprueba y posprueba. En términos de hipótesis, se propone que la media de cada medición sea igual o que no existan diferencias entre éstas. El razonamiento es que si se logra rechazar la hipótesis nula (diferencias significativas) se justifica al concluir que las diferencias entre las dos mediciones no se deben al azar, esto es, que los posibles cambios que se observan entre las mediciones no ocurrieron por razones desconocidas (variables extrañas) y, por lo tanto, es apropiado pensar que se tiene algún grado de dominio sobre la variable que se está manipulando, así como sobre la variable que se está midiendo.

La fórmula para calcular el parámetro *t* para muestras relacionadas es la siguiente:

$$t = \frac{\bar{D} - \mu D}{SD / \sqrt{n}}$$

donde:

t = estadístico *t* Student para muestras relacionadas.

\bar{D} = diferencia entre los promedios de las dos mediciones.

μD = diferencia promedio entre las medias poblacionales.

SD = desviación estándar de las diferencias entre las dos mediciones.

n = tamaño de la muestra.

Contraste de hipótesis

Debido a que la muestra es representativa de la población, entonces se espera que no existan diferencias entre las medias poblacionales y $\mu D = 0$. Las hipótesis a comparar son:

Hipótesis nula (H_0): en la que se afirma que la diferencia entre las medias aritméticas no existe (cuando $p > .05$).

Hipótesis alterna (H_1): en la que se afirma que la diferencia entre las medias aritméticas sí existe (cuando $p < .05$).

Pasos de la inferencia

Una vez que se establecieron las hipótesis de investigación, es necesario considerar que todo el procedimiento para el cálculo del estadístico se enfoca en la hipótesis nula, ya que es el supuesto que se pretende rechazar porque pone en duda la efectividad de la intervención. Los siguientes pasos están enfocados en calcular el valor de t usando el nivel de confianza de al menos 95%, comparar este dato con el valor crítico y utilizar el razonamiento de decisión, de que si el valor observado es mayor o igual al valor de tablas, se considera apropiado rechazar la hipótesis nula.

Selección de la prueba y comprobación de supuestos

De acuerdo con el tipo de datos, se observa que existen dos condiciones experimentales (preprueba y posprueba), y las mismas personas participaron en ambas condiciones del experimento, por lo tanto, se determina la pertinencia de aplicar la prueba t para muestras relacionadas.

Debido a que el problema que se enfrenta incluye la comparación de dos medias aritméticas, la prueba estadística apropiada es la **t para muestras relacionadas**.

Los supuestos que se deben cumplir para analizar los datos son (Field, 2009):

1. Distribución normal: se asume que las distribuciones de las subpoblaciones son normales, ya que el tamaño de la muestra es lo suficientemente grande ($n = 30$), lo cual permite asumir que las medias muestrales se aproximan a una distribución normal, incluso si los datos individuales no se distribuyen de manera normal.
2. Medias iguales.
3. Hipótesis nula: las medias de las mediciones son iguales.

H_0 : Las medias de las mediciones no son distintas, $\mu_1 = \mu_2$

H_1 : Las medias de las mediciones son distintas, $\mu_1 \neq \mu_2$

Establecimiento de las hipótesis estadísticas

En la hipótesis nula (H_0) se afirma que las medias aritméticas de las mediciones son iguales. Para el ejemplo del programa para incrementar la autoestima, el planteamiento de H_0 es: el nivel de autoestima es igual entre la preprueba y la posprueba.

$$H_0: \mu_{pre} = \mu_{post}$$

Mientras que en la Hipótesis alterna (H_1) se afirma que las medias aritméticas de las mediciones son diferentes. Para el ejemplo del programa para incrementar la autoestima, el planteamiento de H_1 es: el nivel de autoestima es diferente en la preprueba y la posprueba.

$$H_1: \mu_{pre} \neq \mu_{post}$$

Descripción de la distribución muestral, nivel de significación, grados de libertad y valor crítico

Si se considera que de un conjunto de datos (población) se pueden extraer todas las muestras posibles de un mismo tamaño, la media de cada una de las distribuciones muestrales es igual a la media de la población, siempre y cuando los datos de cada muestra se obtengan al azar. Por ello, es necesario establecer un margen de error para fundamentar que se rechazó de manera acertada la hipótesis nula, esto es, un área debajo de la curva en la que está la menor frecuencia de eventos que difieren del resultado que se pretende demostrar. Por ejemplo, si se utilizara un nivel alfa de .05 quiere decir que si el experimento se repitiera 100 veces, sólo en cinco ocasiones el resultado se explicaría por medio del azar. En otras palabras, al establecer el nivel alfa se está limitando la probabilidad de rechazar equivocadamente la hipótesis nula cuando ésta es verdadera, o se está limitando la probabilidad de cometer un error tipo I.

Aunque el concepto de grados de libertad es complicado, conviene utilizar una analogía para explicar que las observaciones o datos pueden variar libremente dentro de un límite, que es igual al número de datos menos uno cuando se estiman datos poblacionales. Dado este razonamiento, es posible deducir que el cálculo de grados de libertad es el total de datos menos uno. Una vez que se estima el valor del estadístico t , es necesario compararlo con el valor crítico o dato que limita la región crítica; y ésta es el área bajo la curva en la que se incluyen todos los valores del estadístico que validan el rechazo de la hipótesis nula.

Los grados de libertad se calculan como $n - 1$ (véase la Tabla D en el Apéndice).

Cálculo de los estadísticos de la muestra y su valor de probabilidad

La media en la variable preprueba es 13.03 y en la posprueba es 17.87, por lo tanto:

$$\bar{D} = 13.03 - 17.87 = -4.83 \text{ (tabla 8-2)}$$

Y considerando que la muestra es representativa de la población, entonces $\mu D = 0$.

Al sustituir los valores en la fórmula, el resultado es:

$$t = \frac{-4.83 - 0}{1.72 / \sqrt{30}} = \frac{-4.83}{0.315} = -15.36$$

Los grados de libertad serían: $n - 1 = 30 - 1 = 29$. De acuerdo con la Tabla D del Apéndice, el valor crítico es 2.045.

Tabla 8-2. Puntuaciones en la preprueba y la posprueba, y la diferencia entre ambas mediciones

Participante	Preprueba	Posprueba	Diferencia
1	7	12	-5
2	7	13	-6
3	8	17	-9
4	9	13	-4
5	10	15	-5
6	10	16	-6
7	10	17	-7
8	11	17	-6

Tabla 8-2. Puntuaciones en la preprueba y la posprueba, y la diferencia entre ambas mediciones (continuación)

Participante	Preprueba	Posprueba	Diferencia
9	11	13	-2
10	12	18	-6
11	13	19	-6
12	15	19	-4
13	17	20	-3
14	17	21	-4
15	17	22	-5
16	18	23	-5
17	19	24	-5
18	19	25	-6
19	11	17	-6
20	11	13	-2
21	12	18	-6
22	13	19	-6
23	15	19	-4
24	17	20	-3
25	10	17	-7
26	11	13	-2
27	12	18	-6
28	17	19	-2
29	15	19	-4
30	17	20	-3
Promedio	13.03	17.87	
SD			1.72

Decisión de aceptación o rechazo de la H_0

De acuerdo con el resultado obtenido, en que el valor crítico de t (2.045) fue menor al valor derivado de la fórmula (15.36), se puede rechazar la hipótesis nula.

Representación e interpretación

Debido a que el valor crítico de t (2.045) fue menor al valor derivado de la fórmula (15.36), se puede aceptar la hipótesis alterna, es decir, existen diferencias entre las puntuaciones de la preprueba y la posprueba, es decir, la intervención logró un cambio positivo en la autoestima de los participantes.

PRUEBA t DE STUDENT PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES

Esta prueba se utiliza cuando existen dos condiciones experimentales y en cada condición participaron diferentes personas. Asimismo, se asume que las varianzas en las dos muestras son iguales (homogeneidad de la varianza) y debido a que éstas son diferentes, las puntuaciones son independientes.

Presentación del problema

Se desea saber si existen diferencias entre hombres y mujeres en la presencia de síntomas de trastornos de la conducta alimentaria (TCA). Para ello, se aplicó a 65 estudiantes universitarios (32 mujeres y 33 hombres), una prueba que mide dicho constructo y que consta de 26 reactivos. En esta prueba, puntuaciones mayores indican mayor sintomatología de TCA. Los resultados se presentan en la tabla 8-3.

8

Tabla 8-3. Puntuaciones en la prueba que mide síntomas de TCA en hombres y mujeres universitarios

Hombres	Mujeres
7	12
7	13
8	17
9	13
10	15
10	16
10	17
11	17
11	13
12	18
13	19
15	19
17	20
17	21
17	22
18	23
19	24
19	25
11	17
11	13
12	18
13	19
15	19
17	20
10	17
11	13
12	18
17	19
15	19
17	20
20	30
30	40
35	

Estimación de parámetros y contraste de hipótesis

El primer paso consiste en establecer los parámetros que se contrastarán. En este caso, la comparación entre las dos mediciones, de acuerdo con los criterios de la prueba t , corresponde a la comparación de la media aritmética obtenida en los dos grupos: hombres y mujeres.

La fórmula para calcular el estadístico t para muestras independientes es la siguiente:

$$t = \frac{\bar{D}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

t = estadístico t Student para muestras independientes.

\bar{D} = diferencia entre los promedios de las dos mediciones.

n_1 = tamaño de la muestra uno (hombres).

n_2 = tamaño de la muestra dos (mujeres).

S_1^2 = varianza de las puntuaciones de la muestra uno.

S_2^2 = varianza de las puntuaciones de la muestra dos.

En términos de hipótesis nula, se propone que la media de cada medición es igual o que no existen diferencias entre éstas. El razonamiento es que si se logra rechazar la hipótesis nula (diferencias significativas) se justifica concluir que las diferencias entre las dos mediciones no se deben al azar; es decir, que las posibles diferencias que se observan entre las mediciones no ocurrieron por razones desconocidas (variables extrañas) y, por lo tanto, es apropiado pensar que existe algún grado de dominio sobre la variable que se está manipulando, así como sobre la variable que se está midiendo.

Contraste de hipótesis

Las hipótesis a comparar son:

Hipótesis nula (H_0): en la que se afirma que la diferencia entre las medias aritméticas no existe (con un nivel de al menos $p < .05$).

Hipótesis alterna (H_1): en la que se afirma que la diferencia entre las medias aritméticas sí existe (con un nivel de al menos $p < .05$).

Pasos de la inferencia

Una vez que se establecieron las hipótesis de investigación, es necesario considerar que todo el procedimiento para el cálculo del estadístico se enfoca en la hipótesis nula, ya que es el supuesto que se pretende rechazar porque pone en duda las diferencias entre hombres y mujeres. Los siguientes pasos están enfocados a calcular el valor del estadístico t usando el nivel de confianza de 95%, comparar este dato con el valor crítico y utilizar el razonamiento de decisión de que si el valor observado es mayor o igual al valor de las tablas, entonces se considera apropiado rechazar la hipótesis nula.

Selección de la prueba, comprobación de supuestos

De acuerdo con el tipo de datos, se observa que existe una medición con dos grupos independientes (hombres y mujeres) y, por lo tanto, se determina la pertinencia de aplicar la prueba t para muestras independientes.

Dado que el problema que se enfrenta incluye la comparación de las medias aritméticas de dos grupos distintos, la prueba estadística apropiada es la **t para muestras independientes**. Los supuestos que es necesario cumplir para analizar los datos son (Field, 2009):

1. Muestras aleatorias: los sujetos que se extrajeron de la población se obtuvieron al azar.
2. Distribución normal: se asume que las distribuciones de las muestras son normales.
3. Medias iguales.

Establecimiento de las hipótesis estadísticas

En la hipótesis nula (H_0) se afirma que las medias aritméticas de las mediciones son iguales. Para el ejemplo, el planteamiento de H_0 es: los síntomas de TCA son iguales entre hombres y mujeres.

$$H_0: \mu_{medición1} = \mu_{medición2}$$

Mientras que en la hipótesis alterna (H_1) se afirma que las medias aritméticas de las mediciones son diferentes. Para el ejemplo, el planteamiento de H_1 es: los síntomas de TCA son diferentes entre hombres y mujeres.

$$H_1: \mu_{medición1} \neq \mu_{medición2}$$

Descripción de la distribución muestral, nivel de significación, grados de libertad y valor crítico

Si se considera que de un conjunto de datos (población) es posible extraer todas las muestras posibles del mismo o de diferente tamaño, la media de cada una de las distribuciones muestrales es igual a la media de la población, siempre y cuando los datos de cada muestra se obtengan al azar. Por ello, es necesario establecer un margen de error con el cual se pueda demostrar que una hipótesis nula se está rechazando acertadamente, esto es, un área debajo de la curva en la que se encuentra la menor frecuencia de eventos que difieren del resultado que se pretende demostrar. Por ejemplo, utilizar un nivel alfa de .05 quiere decir que si el experimento se repitiera 100 veces, sólo en cinco ocasiones el resultado se explicaría por medio del azar.

Una vez que se estima el valor del estadístico t , es necesario compararlo con el valor crítico o dato que limita la región crítica, es decir, el área bajo la curva en la que se incluyen todos los valores del estadístico que validan el rechazo de la hipótesis nula.

Los grados de libertad serían $n_1 + n_2 - 2$.

Cálculo de los estadísticos en la muestra y su valor de probabilidad

Las medias, varianzas y el tamaño de la muestra para los hombres y las mujeres se presentan en la tabla 8-4.

Al sustituir los valores en la fórmula de t , el resultado es:

$$t = \frac{14.42 - 19.27}{\sqrt{\frac{35.38}{33} + \frac{30.06}{32}}} = -4.85/1.42 = -3.42$$

Los grados de libertad serían $n_1 + n_2 - 2 = 32 + 33 - 2 = 63$. De acuerdo con la Tabla D del Apéndice, el valor crítico es 2.00.

Tabla 8-4. Medias, varianzas y tamaño de la muestra para hombres y mujeres universitarios

	Hombres	Mujeres
	7	12
	7	13
	8	17
	9	13
	10	15
	10	16
	10	17
	11	17
	11	13
	12	18
	13	19
	15	19
	17	20
	17	21
	17	22
	18	23
	19	24
	19	25
	11	17
	11	13
	12	18
	13	19
	15	19
	17	20
	10	17
	11	13
	12	18
	17	19
	15	19
	17	20
	20	30
	30	40
	35	
Media	14.42	19.27
Varianza	35.38	30.06
Tamaño de la muestra	33	32

Decisión de aceptación o rechazo de la H_0

De acuerdo con el resultado obtenido en que el valor crítico de t (2.00) fue menor al valor derivado de la fórmula (3.42), se puede rechazar la hipótesis nula.

Representación e interpretación

Debido a que el valor crítico de t (2.00) fue menor al valor derivado de la fórmula (-3.42), se puede aceptar la hipótesis alterna, es decir, existen diferencias entre las puntuaciones de hombres y mujeres, lo cual significa que las mujeres presentan significativamente más síntomas de TCA que los hombres.

EJERCICIOS**Ejercicios de autocomprobación****Muestras relacionadas**

- 1. Presentación del problema.** Un profesor diseñó un programa de regularización que fue impartido a 30 estudiantes, un mes antes de su examen final. Con el fin de conocer si el programa tenía efectos sobre el desempeño académico de sus alumnos, estos fueron evaluados antes y después del programa de regularización. Las calificaciones registradas por los estudiantes fueron las siguientes:

Tabla 8-1. Calificaciones obtenidas antes y después de programa de regularización

Estudiante	Calificaciones	
	Antes	Después
1	5	7
2	6	7
3	9	8
4	6	5
5	7	7
6	5	8
7	9	9
8	7	9
9	7	8
10	10	9
11	8	7
12	8	10
13	7	8
14	5	5
15	9	9
16	7	8
17	7	9

Tabla 8-1. Calificaciones obtenidas antes y después de programa de regularización (continuación)

Estudiante	Calificaciones	
	Antes	Después
18	10	10
19	8	9
20	5	5
21	5	6
22	7	7
23	6	6
24	9	8
25	8	9
26	10	9
27	7	7
28	6	9
29	7	9
30	9	10

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas en las calificaciones antes y después del programa de regularización, considere un nivel de significación de .05.

Hipótesis:

H_1 : Si los estudiantes participan en un programa de regularización, habrá diferencias entre sus calificaciones antes y después del programa.

H_0 : Si los estudiantes participan en un programa de regularización, no habrá diferencias entre sus calificaciones antes y después del programa.

Lógica de la solución:

Se tiene un grupo de estudiantes y se desea conocer si obtienen puntuaciones diferentes antes y después de un programa de regularización, por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras relacionadas.

- 2. Presentación del problema.** Un laboratorio clínico está interesado en evaluar el efecto de un nuevo medicamento sobre los niveles de glucosa, por lo que administró una dosis a 36 pacientes que fueron medidos antes y después de la administración del fármaco. Los niveles de glucosa obtenidos fueron:

Tabla 8-2. Niveles de glucosa antes y después de la administración del fármaco

Paciente	Glucosa	
	Antes	Después
1	91	81
2	89	79
3	101	93
4	126	120
5	91	85

Tabla 8-2. Niveles de glucosa antes y después de la administración del fármaco (continuación)

Paciente	Glucosa	
	Antes	Después
6	89	78
7	98	96
8	97	75
9	88	79
10	93	96
11	84	95
12	87	100
13	89	64
14	85	101
15	73	86
16	86	91
17	87	95
18	79	81
19	93	91
20	98	91
21	79	73
22	101	93
23	126	92
24	95	83
25	86	94
26	88	89
27	90	83
28	88	98
29	96	96
30	91	93
31	89	99
32	85	94
33	93	93
34	91	93
35	89	90
36	98	76

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de glucosa antes y después de la administración del medicamento, considere un nivel de significación de .01.

Hipótesis:

H_1 : Si los pacientes reciben una dosis de medicamento, habrá diferencias entre sus niveles de glucosa antes y después de su administración.

H_0 : Si los pacientes reciben una dosis de medicamento, no habrá diferencias entre sus niveles de glucosa antes y después de su administración.

Lógica de la solución:

Se tiene un grupo de pacientes y se desea conocer si sus niveles de glucosa son diferentes antes y después de la administración del medicamento, por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras relacionadas.

- 3. Presentación del problema.** Un psicólogo desea investigar el efecto de una intervención cognitiva sobre la reducción de peso en pacientes con sobrepeso y obesidad, por lo que obtuvo el Índice de masa corporal (IMC) de 30 pacientes, antes de participar en el programa y un mes después. El IMC registrado por los participantes fue:

Tabla 8-3. IMC de pacientes antes y después del programa de intervención cognitiva

Paciente	Índice de masa corporal (IMC)	
	Antes	Un mes después
1	26.7	26.0
2	26.7	25.0
3	26.8	26.4
4	26.9	25.2
5	27.7	25.3
6	28.0	25.4
7	28.2	25.9
8	28.5	25.9
9	28.6	27.3
10	28.8	26.0
11	28.9	27.7
12	28.9	28.0
13	29.2	28.0
14	29.2	28.6
15	29.5	28.8
16	29.9	33.2
17	30.0	34.0
18	31.1	29.2
19	31.2	32.3
20	32.3	29.9
21	32.6	30.0
22	28.9	28.0
23	29.2	28.0
24	29.2	28.6
25	29.5	28.8
26	29.9	33.2
27	30.0	34.0
28	31.1	29.2
29	31.2	32.3
30	32.3	29.9

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas en el IMC de los pacientes antes de participar en la intervención y un mes después de ésta, considere un nivel de significación de .05.

Hipótesis:

H_1 : Si los pacientes con sobrepeso y obesidad participan en una intervención cognitiva, habrá diferencias en su IMC antes y un mes después de su participación.

H_0 : Si los pacientes con sobrepeso y obesidad participan en una intervención cognitiva, no habrá diferencias en su IMC antes y un mes después de su participación.

Lógica de la solución:

Se tiene un grupo de pacientes y se desea conocer si su IMC es diferente antes de participar en un programa cognitivo y un mes después de éste, por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras relacionadas.

- 4. Presentación del problema.** En una empresa se desea conocer si la música tiene un efecto sobre la satisfacción laboral de los trabajadores, y para ello, los participantes respondieron la Escala de Satisfacción Laboral (Reiko, 1987) en dos momentos diferentes durante la jornada laboral: con y sin música. Las puntuaciones obtenidas por los trabajadores fueron las siguientes:

Tabla 8-4. Satisfacción laboral de trabajadores con y sin música durante su jornada laboral

Trabajadores	Satisfacción laboral	
	Sin música	Con música
1	23	26
2	25	30
3	27	33
4	22	35
5	28	34
6	22	30
7	28	39
8	27	31
9	18	35
10	34	40
11	30	35
12	21	38
13	33	35
14	26	20
15	28	38
16	29	30
17	26	32
18	38	40
19	30	30
20	30	25
21	20	32

Tabla 8-4. Satisfacción laboral de trabajadores con y sin música durante su jornada laboral (continuación)

Trabajadores	Satisfacción laboral	
	Sin música	Con música
22	22	28
23	20	32
24	27	30
25	22	22
26	28	38
27	29	30
28	26	32
29	38	40
30	30	30

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas en la satisfacción laboral de los trabajadores durante jornadas de trabajo con y sin música, considere un nivel de significación de .05.

Hipótesis:

H_1 : Existen diferencias estadísticamente significativas en la satisfacción laboral de los trabajadores durante las jornadas de trabajo con y sin música.

H_0 : No existen diferencias estadísticamente significativas en la satisfacción laboral de los trabajadores durante las jornadas de trabajo con y sin música.

Lógica de la solución:

Se tiene un grupo de trabajadores y se desea conocer si su satisfacción laboral es diferente durante jornadas de trabajo con y sin música, por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras relacionadas.

5. **Presentación del problema.** Un psicólogo evaluó el efecto de un taller de autocontrol sobre la regulación que ejercen las mujeres en el estilo de crianza de sus hijos pre-adolescentes; para ello, aplicó el Cuestionario de Percepción de las Madres de su Estilo de Crianza (López, 2000) a un grupo de 30 madres de familia, antes y después de su participación en el taller.

Tabla 8-5. Percepción del estilo de crianza antes y después de participar en un programa de autocontrol

Madres de familia	Percepción del estilo de crianza	
	Antes	Después
1	23	25
2	27	34
3	25	25
4	30	33
5	30	29
6	32	25

Tabla 8-5. Percepción del estilo de crianza antes y después de participar en un programa de autocontrol (continuación)

Madres de familia	Percepción del estilo de crianza	
	Antes	Después
7	25	31
8	33	30
9	29	32
10	37	32
11	28	30
12	34	36
13	32	36
14	31	31
15	35	35
16	27	31
17	36	30
18	30	32
19	27	28
20	23	25
21	32	40
22	31	37
23	31	32
24	29	35
25	36	33
26	33	34
27	37	35
28	32	31
29	31	32
30	31	32

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción que tienen las participantes del estudio acerca de su estilo de crianza, antes y después del programa de autocontrol, considere un nivel de significación de .05.

Hipótesis:

H_1 : Si las madres de familia participan en un programa de autocontrol, habrá cambios en su percepción sobre el estilo de crianza de sus hijos adolescentes.

H_0 : Si las madres de familia participan en un programa de autocontrol, no habrá cambios en su percepción sobre el estilo de crianza de sus hijos adolescentes.

Lógica de la solución:

Se tiene un grupo de madres de familia y se desea conocer si existen cambios en su percepción sobre el estilo de crianza de sus hijos adolescentes, antes y después de su participación en un programa de autocontrol, por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras relacionadas.

Muestras independientes

6. Presentación del problema. Con la finalidad de dirigir programas preventivos, una institución de salud comparó el conocimiento sobre el uso de métodos anticonceptivos entre adolescentes de ambos sexos. Las puntuaciones obtenidas por los adolescentes se muestran a continuación:

Tabla 8-6. Conocimiento de adolescentes sobre el uso de métodos anticonceptivos

Hombres	Mujeres
50	14
31	27
33	42
15	34
26	35
40	15
23	43
25	45
14	41
41	35
38	21
29	35
13	28
37	41
40	41
28	24
32	35
19	17
59	19
12	34
10	33
27	46
25	23
10	32
15	25
25	31
25	15
25	13
15	17
23	23
12	30
17	19
14	12
21	34
11	23
	40

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en su nivel de conocimiento sobre los métodos anticonceptivos, considere un nivel de significación de .05.

Hipótesis:

H_1 : Existen diferencias entre hombres y mujeres adolescentes en su nivel de conocimiento sobre métodos anticonceptivos.

H_0 : No existen diferencias entre hombres y mujeres adolescentes en su nivel de conocimiento sobre métodos anticonceptivos.

Lógica de solución:

Se desea saber si existen diferencias en el nivel de conocimiento sobre métodos anticonceptivos entre dos grupos diferentes (hombres y mujeres), por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras independientes.

7. **Presentación del problema.** Un psicólogo aplicó el Inventario de Depresión de Beck a una muestra conformada por adultos mayores sedentarios y recreativos para conocer si existían diferencias en su nivel de sintomatología depresiva. Las puntuaciones obtenidas fueron:

Tabla 8-7. Diferencias de sintomatología entre adultos mayores sedentarios y recreativos

Adultos mayores	
Sedentarios	Recreativos
30	27
20	20
25	23
28	25
23	25
25	22
23	20
27	25
22	20
26	20
20	23
23	25
25	23
28	20
23	20
25	23
23	25
27	23
22	20
26	20
28	23
23	25

Tabla 8-7. Diferencias de sintomatología entre adultos mayores sedentarios y recreativos (continuación)

Adultos mayores	
Sedentarios	Recreativos
25	23
23	20
27	20
28	20
23	20
25	20
23	20
27	23
22	25
26	23

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas entre los adultos mayores sedentarios y recreativos, considere un nivel de significación de .01.

Hipótesis:

H_1 : Existen diferencias en el nivel de sintomatología depresiva entre los adultos mayores sedentarios y recreativos.

H_0 : No existen diferencias en el nivel de sintomatología depresiva entre los adultos mayores sedentarios y recreativos.

Lógica de la solución:

Se desea saber si existen diferencias en el nivel de sintomatología depresiva entre dos grupos de adultos mayores, sedentarios y recreativos, por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras independientes.

8. Presentación del problema. Se sabe que las redes sociales han tenido un gran impacto sobre los movimientos sociales y la actividad política (Guerrero, 2012), por lo que se desea conocer si la confianza hacia las instituciones que conforman el sistema político es diferente entre los usuarios de Facebook y Twitter. Se aplicó una Escala de Confianza en las instituciones a un grupo de voluntarios, quienes informaron gastar al menos 15 h a la semana en una red social. Dicha escala es un instrumento tipo Likert, en donde a mayor puntuación, mayor confianza en las instituciones. Las puntuaciones obtenidas en el factor gubernamental se muestran a continuación:

Tabla 8-8. Diferencias en la confianza hacia las instituciones entre usuarios de Facebook y Twitter

Usuarios	
Facebook	Twitter
9	7
5	7
3	3
4	5
5	3

Tabla 8-8. Diferencias en la confianza hacia las instituciones entre usuarios de Facebook y Twitter (continuación)

Usuarios	
Facebook	Twitter
4	8
6	3
7	6
3	4
6	2
9	3
4	4
3	9
4	7
8	3
8	7
5	3
9	5
9	3
9	7
5	7
3	3
4	5
5	3
4	8
6	3
7	6
3	4
6	2
9	3
4	4
3	9
9	7
4	4
3	9
9	7
4	4
3	9

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas en la confianza hacia las instituciones que conforman el sistema político entre usuarios de Facebook y Twitter, considere un nivel de significación de .01.

Hipótesis:

- H₁: Existen diferencias en el nivel de confianza hacia las instituciones que conforman el sistema político entre los usuarios de Facebook y Twitter.
- H₀: No existen diferencias en el nivel de confianza hacia las instituciones que conforman el sistema político entre los usuarios de Facebook y Twitter.

Lógica de la solución:

Se desea saber si existen diferencias en nivel de confianza hacia las instituciones que conforman el sistema político entre dos grupos diferentes (usuarios de Facebook y usuarios de Twitter), por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras independientes.

- 9. Presentación del problema.** Se realizó un estudio para comparar la satisfacción con el servicio médico entre los pacientes del turno matutino y vespertino de una institución de salud pública. Para ello, se aplicó un cuestionario con 30 preguntas tipo Likert (1 = totalmente satisfecho, 5 = totalmente insatisfecho). Las puntuaciones obtenidas fueron:

Tabla 8-9. Satisfacción con el servicio médico entre pacientes del turno matutino y vespertino

Pacientes	
Matutino	Vespertino
30	88
126	84
102	96
18	84
90	48
132	112
66	64
126	98
78	104
108	88
96	106
90	72
78	64
90	88
18	66
90	96
120	52
54	56
84	24
126	84
78	66
84	80
132	72
144	86
96	60
126	104
90	60
	112
	64

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas entre pacientes del turno matutino y el vespertino en su nivel de satisfacción con el servicio médico, considere un nivel de significación de .01.

Hipótesis:

H_1 : Existen diferencias entre pacientes del turno matutino y vespertino en su nivel de satisfacción con el servicio médico.

H_0 : No existen diferencias entre pacientes del turno matutino y vespertino en su nivel de satisfacción con el servicio médico.

Lógica de la solución:

Se desea saber si existen diferencias en satisfacción con el servicio médico entre dos grupos diferentes (pacientes del turno matutino y del vespertino), por lo tanto, se debe realizar una prueba t Student para muestras independientes.

- 10. Presentación del problema.** Debido al incremento de accidentes automovilísticos, una institución gubernamental comparó el nivel de ansiedad entre conductores de transporte particular con los del público. Los participantes respondieron el Inventario de Ansiedad de Beck (Robles *et al.*, 2001) una semana después de un choque automovilístico.

Tabla 8-10. Nivel de ansiedad entre conductores de transporte particular y público

Particular	Público
13	19
12	25
14	10
10	11
11	15
33	15
15	14
25	12
9	32
15	44
10	18
7	21
25	17
14	14
13	22
12	30
7	15
21	12
17	15
19	35
29	12
30	13
13	22

Tabla 8-10. Nivel de ansiedad entre conductores de transporte particular y público (continuación)

Particular	Público
8	18
5	34
7	28

Indique si existen diferencias estadísticamente significativas en el nivel de ansiedad entre conductores de transporte particular y del público una semana después de un choque automovilístico, considere un nivel de significación de .05.

Hipótesis:

H_1 : Existen diferencias entre conductores del transporte particular y del público en su nivel de ansiedad una semana después de un choque automovilístico.

H_0 : No existen diferencias entre conductores del transporte particular y del público en su nivel de ansiedad una semana después de un choque automovilístico.

Lógica de la solución:

Se desea saber si existen diferencias en el nivel de ansiedad una semana después de un choque automovilístico entre dos grupos de conductores (transporte particular y público), por lo tanto, se debe realizar una prueba *t* Student para muestras independientes.

Ejercicios voluntarios

1. La literatura señala que la autoestima se construye a partir de los comentarios provenientes de personas significativas, por ejemplo, la familia (Berger y Luckman, 1986). A partir de esta premisa, un grupo de trabajadores sociales plantea que el nivel de autoestima es diferente entre adolescentes de familias monoparentales y biparentales, por lo que se evaluó a un grupo de estudiantes que viven con uno ($n = 22$) o ambos padres ($n = 20$). A partir de los siguientes datos, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .05.

Tabla 8-11. Nivel de autoestima entre adolescentes de familias monoparentales y biparentales

Tipo de familia	
Monoparental	Biparental
33	25
23	31
30	26
37	43
28	33
16	37
36	37
22	30
33	29
26	30
39	23

© Editorial El Manual Moderno Fotocopiar sin autorización es un delito.

Tabla 8-11. Nivel de autoestima entre adolescentes de familias monoparentales y biparentales (continuación)

Tipo de familia	
Monoparental	Biparental
25	37
34	34
29	41
17	28
38	36
33	38
33	29
33	29
31	30
18	37
29	34
33	30
31	23
32	30
18	23
29	37
31	34
32	32
18	
29	

2. Un grupo de activistas comparó las actitudes hacia la esterilización canina entre los asistentes a una intervención comunitaria. Participaron 30 jóvenes asignados a una actividad: cine-debate o conferencia. Se esperaba que los participantes del cine-debate, en comparación con los asistentes a la conferencia, tuvieran puntuaciones más altas en su actitud hacia la esterilización canina. A partir de los siguientes datos, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .05.

Tabla 8-12. Actitud hacia la esterilización canina entre asistentes a cine-debate y conferencia

Actividad	
Cine-debate	Conferencia
41	44
60	47
37	47
45	43
40	38
40	70
63	51
55	59
60	42

Tabla 8-12. Actitud hacia la esterilización canina entre asistentes a cine-debate y conferencia (continuación)

Actividad	
Cine-debate	Conferencia
65	57
61	50
51	28
53	36
63	32
79	33
41	44
60	47
37	47
45	43
40	38
40	70
63	51
55	59
60	42
65	57
61	50
51	28
53	36
63	32
79	33

3. Algunos estudios han aportado evidencia sobre la relación que existe entre la exposición a los videojuegos violentos y la conducta agresiva (Etxeberri, 2011; Tejeiro *et al.*, 2009). Con base en ello, un psicólogo planteó que el nivel de agresión es diferente entre niños que practican alguno de los videojuegos más famosos del momento. Para evaluar esta hipótesis, convocó a 37 niños que juegan A o B ($n = 17$ y 20 , respectivamente) a que respondieran un inventario de conducta agresiva. A partir de las puntuaciones obtenidas, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .01.

Tabla 8-13. Conducta agresiva entre niños que utilizan los videojuegos A o B

Videojuego	
A	B
50	53
48	59
56	54
48	50
53	44
38	63
42	52

Tabla 8-13. Conducta agresiva entre niños que utilizan los videojuegos A o B (continuación)

Videojuego	
A	B
51	50
44	42
49	57
47	43
47	56
45	57
44	42
41	63
40	49
50	51
48	54
56	55
48	49
53	59
38	54
42	50
51	44
44	63
49	52
47	50
44	42
	57
	43

4. Un nutriólogo plantea que hay diferencias en la cantidad de peso corporal perdido de acuerdo con los diferentes tipos de menús dietéticos que se asignan a los pacientes. Para evaluar dicha hipótesis, se comparó el número de kilogramos perdidos entre un grupo de pacientes con dieta basada en alimentos permitidos frente a los que recibieron un menú de porciones específicas. Con base en los siguientes datos, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .01.

Tabla 8-14. Cantidad de peso corporal perdido de acuerdo con el tipo de menú asignado

Menú	
Alimentos permitidos	Porciones específicas
2	3
3	2
4	8
3	3
0	2
4	4

Tabla 8-14. Cantidad de peso corporal perdido de acuerdo con el tipo de menú asignado (continuación)

Menú	
Alimentos permitidos	Porciones específicas
2	7
8	3
1	5
1	2
4	3
0	5
3	4
0	6
3	5
0	3
2	2
3	8
4	3
3	2
0	4
4	7
2	3
8	5
1	2
1	3
4	5
0	4
3	6
0	5
3	

5. Se sabe que el estrés laboral puede estar relacionado con la carga de trabajo excesiva (Organización Mundial de la Salud, 2004). Con base en ello, se plantea que los profesores que dedican más tiempo a sus actividades docentes tienen mayor nivel de estrés laboral. Para probar dicha hipótesis, se comparó el nivel de estrés laboral entre profesores de escuelas de medio tiempo frente a los que laboran tiempo completo. A partir de las puntuaciones obtenidas, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .05.

Tabla 8-15. Nivel de estrés de profesores que trabajan medio tiempo y tiempo completo

Tipo de escuela	
Medio tiempo	Tiempo completo
79	83
77	87
86	73

Tabla 8-15. Nivel de estrés de profesores que trabajan medio tiempo y tiempo completo (continuación)

Tipo de escuela	
Medio tiempo	Tiempo completo
85	92
77	85
79	85
84	71
83	85
75	77
81	86
84	89
79	85
80	73
84	94
79	103
86	79
61	86
77	77
79	83
77	87
86	73
85	92
77	85
79	85
84	71
83	85
75	77
81	86
84	89
79	85
80	73
84	94
79	103

Ejercicios de *t* Student para muestras relacionadas

6. El director de un hospital plantea que si las enfermeras participan en un programa de conductas de autocuidado, incrementarán su bienestar emocional. Para probar dicha hipótesis, se evaluó a 31 enfermeras antes y después de su participación en una intervención. A partir de las puntuaciones obtenidas, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .01.

Tabla 8-16. Bienestar emocional de enfermeras antes y después de su participación en una intervención

Bienestar emocional	
Preprueba	Posprueba
81	85
79	83
82	85
83	86
80	85
81	85
81	83
82	85
84	88
85	87
83	85
80	84
82	83
80	83
80	83
80	86
79	83
79	83
83	85
83	87
78	83
77	83
82	88
81	85
80	85
83	85
82	84
81	84
83	87
78	84

7. Se considera que el programa de movilidad estudiantil incrementa el compromiso afectivo que tienen los estudiantes hacia la institución educativa. Para evaluar dicha hipótesis, se solicitó a 35 alumnos que respondieran una escala de compromiso afectivo antes y después de una movilidad estudiantil. A partir de los datos obtenidos, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .01.

Tabla 8-17. Compromiso afectivo de estudiantes hacia su institución educativa antes y después de una movilidad estudiantil

Compromiso afectivo	
Antes	Después
19	21
28	25
24	26
26	29
21	25
21	23
20	22
24	24
27	29
25	23
24	29
23	23
19	20
22	20
22	26
24	26
25	28
18	18
25	29
24	26
26	19
20	24
22	25
27	30
24	20
19	25
21	25
30	30
24	23
24	26
29	30
25	28
24	26
29	30
24	30

8. Un psicólogo planteó que el grado de insatisfacción corporal femenina es diferente antes y después del nacimiento del primer hijo. Para corroborar dicha hipótesis, una muestra de 32 madres primerizas respondieron el Cuestionario de Imagen Corporal (Vázquez

et al., 2011): durante el octavo mes de embarazo y un mes después del parto. A partir de las puntuaciones obtenidas, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .05.

Tabla 8-18. Insatisfacción corporal durante el octavo mes de embarazo y un mes después del parto

Insatisfacción corporal	
Octavo mes de embarazo	Un mes después del parto
86	110
93	100
49	60
53	50
91	118
91	75
38	50
67	70
138	115
60	85
42	90
133	100
84	103
125	126
89	75
84	62
61	101
92	120
89	90
97	100
58	74
100	112
144	103
150	122
90	100
86	118
94	157
130	118
90	100
81	90
52	50
54	56

9. Un médico desea conocer si un nuevo tratamiento farmacológico es eficaz para la disminución del dolor crónico. Se aplicó una escala analógica visual del dolor a 36 pacientes,

antes y después de suministrar el medicamento. A partir de los datos obtenidos, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .05.

Tabla 8-19. Nivel de dolor antes y después de suministrar el medicamento

Nivel del dolor	
Antes	Después
8	8
8	8
9	9
10	9
9	9
8	9
8	7
8	7
10	8
8	9
8	8
7	7
8	8
8	9
8	8
8	9
8	9
7	7
8	8
8	9
8	8
8	8
8	9
9	9
8	8
7	8
9	9
9	10
9	9
9	9
10	8
9	9
8	10
10	8
8	8
8	9

10. Se desea saber si la práctica deportiva mejora el ajuste psicológico en personas que han perdido algún miembro. Se evaluó a un grupo de 32 deportistas, antes y seis meses después de su incorporación a un equipo de fútbol. A partir de los siguientes datos, indique cuál es la decisión sobre H_1 , considere un nivel de significancia de .01.

Tabla 8-20. Ajuste psicológico en personas con amputación, antes y después de su incorporación a un equipo de fútbol

Ajuste psicológico	
Antes	Seis meses después
60	64
62	56
65	64
55	57
64	65
65	55
63	63
66	67
65	72
68	57
64	70
63	63
64	66
63	63
63	65
63	62
63	60
58	63
65	67
63	63
63	69
29	39
14	26
15	46
35	51
22	39
34	41
35	38
55	67
91	88
34	41
35	38

Solución a los ejercicios de auto comprobación

Muestras relacionadas

Ejercicio 1

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener el promedio para las puntuaciones de cada medición.
- Obtener la diferencia entre las puntuaciones, y de éstas calcular la desviación estándar.

Estudiante	Calificaciones		$X_1 - X_2$
	Antes	Después	
1	5	7	-2
2	6	7	-1
3	9	8	1
4	6	5	1
5	7	7	0
6	5	8	-3
7	9	9	0
8	7	9	-2
9	7	8	-1
10	10	9	1
11	8	7	1
12	8	10	-2
13	7	8	-1
14	5	5	0
15	9	9	0
16	7	8	-1
17	7	9	-2
18	10	10	0
19	8	9	-1
20	5	5	0
21	5	6	-1
22	7	7	0
23	6	6	0
24	9	8	1
25	8	9	-1
26	10	9	1
27	7	7	0
28	6	9	-3
29	7	9	-2
30	9	10	-1
Promedio	7.30	7.90	
Desviación estándar			1.19

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{7.30 - 7.90}{1.19 / \sqrt{30}}$$

$$t = -2.76$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 30 - 1 = 29$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .05:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564

An arrow labeled "gl" points to the value 29 in the table. Another arrow labeled "Valor crítico de t" points to the value 1.6991 in the table.

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es menor a la obtenida, por lo tanto se acepta H_1 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(29)} = -2.76, p \leq .05$

Interpretación:

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones de los estudiantes ($t_{(29)} = -2.76, p \leq .05$) antes y después del programa de regularización.

Ejercicio 2

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener el promedio para las puntuaciones de cada medición.
- Obtener la diferencia entre las puntuaciones, y de éstas calcular la desviación estándar.

Paciente	Glucosa		$X_1 - X_2$
	Antes	Después	
1	91	81	10
2	89	79	10
3	101	93	8
4	126	120	6
5	91	85	6
6	89	78	11
7	98	96	2

Paciente	Glucosa		$X_1 - X_2$
	Antes	Después	
8	97	75	22
9	88	79	9
10	93	96	-3
11	84	95	-11
12	87	100	-13
13	89	64	25
14	85	101	-16
15	73	86	-13
16	86	91	-5
17	87	95	-8
18	79	81	-2
19	93	91	2
20	98	91	7
21	79	73	6
22	101	93	8
23	126	92	34
24	95	83	12
25	86	94	-8
26	88	89	-1
27	90	83	7
28	88	98	-10
29	96	96	0
30	91	93	-2
31	89	99	-10
32	85	94	-9
33	93	93	0
34	91	93	-2
35	89	90	-1
36	98	76	22
Promedio	91.92	89.33	
Desviación estándar			11.43

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{91.92 - 89.33}{11.43 / \sqrt{36}}$$

$$t = -1.36$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 36 - 1 = 35$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .01:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238

An arrow points from the label "gl" to the value 35 in the table. Another arrow points from the label "Valor crítico de t" to the value 2.4377 in the table.

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es mayor a la obtenida, por lo tanto se rechaza H_1 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(35)} = 1.36, p > .01$.

Interpretación:

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones de los pacientes antes y después de la administración del nuevo medicamento ($t_{(35)} = 1.36, p > .01$), por lo que se concluye que el medicamento no produce efectos en el nivel de glucosa.

Ejercicio 3

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener el promedio para las puntuaciones de cada medición.
- Obtener la diferencia entre las puntuaciones, y de éstas calcular la desviación estándar.

Paciente	Índice de masa corporal (IMC)		$X_1 - X_2$
	Antes	Un mes después	
1	26.7	26.0	0.7
2	26.7	25.0	1.7
3	26.8	26.4	0.4
4	26.9	25.2	1.7
5	27.7	25.3	2.4
6	28.0	25.4	2.6
7	28.2	25.9	2.3
8	28.5	25.9	2.6
9	28.6	27.3	1.3
10	28.8	26.0	2.8
11	28.9	27.7	1.2
12	28.9	28.0	0.9
13	29.2	28.0	1.2
14	29.2	28.6	0.6
15	29.5	28.8	0.7
16	29.9	33.2	-3.3
17	30.0	34.0	-4.0
18	31.1	29.2	1.9

Paciente	Índice de masa corporal (IMC)		$X_1 - X_2$
	Antes	Un mes después	
19	31.2	32.3	-1.1
20	32.3	29.9	2.4
21	32.6	30.0	2.6
22	28.9	28.0	0.9
23	29.2	28.0	1.2
24	29.2	28.6	0.6
25	29.5	28.8	0.7
26	29.9	33.2	-3.3
27	30.0	34.0	-4
28	31.1	29.2	1.9
29	31.2	32.3	-1.1
30	32.3	29.9	2.4
Promedio	29.37	28.67	
Desviación estándar			1.99

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{29.37 - 28.67}{1.99 / \sqrt{30}}$$

$$t = -1.94$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 30 - 1 = 29$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .05:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564

gl (puntero hacia 29)
 Valor crítico de t (puntero hacia 1.6991)

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es menor a la obtenida, por lo tanto se acepta H_1 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(29)} = 1.94, p \leq .05$.

Interpretación:

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el IMC de los pacientes antes y un mes después ($t_{(29)} = 1.94, p \leq .05$) de la intervención, por lo que se concluye que el programa cognitivo para la reducción del peso tiene efectos sobre el IMC.

Ejercicio 4

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener el promedio para las puntuaciones de cada medición.
- Obtener la diferencia entre las puntuaciones, y de éstas calcular la desviación estándar.

Trabajadores	Satisfacción laboral		$X_1 - X_2$
	Con música	Sin música	
1	23	26	-3
2	25	30	-5
3	27	33	-6
4	22	35	-13
5	28	34	-6
6	22	30	-8
7	28	39	-11
8	27	31	-4
9	18	35	-17
10	34	40	-6
11	30	35	-5
12	21	38	-17
13	33	35	-2
14	26	20	6
15	28	38	-10
16	29	30	-1
17	26	32	-6
18	38	40	-2
19	30	30	0
20	30	25	5
21	20	32	-12
22	22	28	-6
23	20	32	-12
24	27	30	-3
25	22	22	0
26	28	38	-10
27	29	30	-1
28	26	32	-6
29	38	40	-2
30	30	30	0
Promedio	26.90	32.33	
Desviación estándar			5.60

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{29.90 - 32.33}{5.60 / \sqrt{30}}$$

$$t = -5.31$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 30 - 1 = 29$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .05:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564

An arrow labeled "gl" points to the value 29 in the table. Another arrow labeled "Valor crítico de t" points to the value 1.6991 in the table.

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es menor al obtenido, por lo tanto se acepta H_1 .

Resultado y representación del resultado

$$t_{(29)} = -5.31, p \leq .05$$

Interpretación:

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en la satisfacción laboral de los trabajadores entre jornadas de trabajo con y sin música ($t_{(29)} = -5.31, p \leq .05$).

Ejercicio 5

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener el promedio para las puntuaciones de cada medición.
- Obtener la diferencia entre las puntuaciones, y de éstas calcular la desviación estándar.

Madres de familia	Percepción del estilo de crianza		$X_1 - X_2$
	Antes	Después	
1	23	25	-2
2	27	34	-7
3	25	25	0
4	30	33	-3
5	30	29	1
6	32	25	7
7	25	31	-6
8	33	30	3

Madres de familia	Percepción del estilo de crianza		$X_1 - X_2$
	Antes	Después	
9	29	32	-3
10	37	32	5
11	28	30	-2
12	34	36	-2
13	32	36	-4
14	31	31	0
15	35	35	0
16	27	31	-4
17	36	30	6
18	30	32	-2
19	27	28	-1
20	23	25	-2
21	32	40	-8
22	31	37	-6
23	31	32	-1
24	29	35	-6
25	36	33	3
26	33	34	-1
27	37	35	2
28	32	31	1
29	31	32	-1
30	31	32	-1
Promedio	30.57	31.70	
Desviación estándar			3.67

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{30.57 - 31.70}{3.67 / \sqrt{30}}$$

$$t = -1.69$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 30 - 1 = 29$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .05:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564

gl ↑ Valor crítico de t

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es mayor al obtenido, por lo tanto se rechaza H_1 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(29)} = -1.69, p > .05$.

Interpretación:

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la percepción de las madres sobre el estilo de crianza de sus hijos adolescentes ($t_{(29)} = -1.69, p > .05$) antes y después de su participación en el programa de autocontrol.

Muestras independientes

Ejercicio 6

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener la puntuación promedio y la varianza de cada uno de los grupos.

Hombres	Mujeres
50	14
31	27
33	42
15	34
26	35
40	15
23	43
25	45
14	41
41	35
38	21
29	35
13	28
37	41
40	41
28	24
32	35
19	17
59	19
12	34
10	33
27	46
25	23
10	32
15	25
25	31

	Hombres	Mujeres
	25	15
	25	13
	15	17
	23	23
	12	30
	17	19
	14	12
	21	34
	11	23
		40
Promedio =	25.14	28.94
n =	35	36
Varianza =	140.36	102.28

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{25.14 - 28.94}{\sqrt{\frac{140.36}{35} + \frac{102.28}{36}}}$$

$$t = -1.45$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 35 + 36 - 1 = 69$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .05:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490

gl (pointing to 69) and Valor crítico de t (pointing to 1.6672)

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : El valor crítico para la prueba t es mayor al obtenido, por lo tanto se rechaza H_1 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(69)} = -1.45, p > .05$.

Interpretación:

No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(69)} = -1.45, p > .05$); por lo tanto, se concluye que hombres y mujeres tienen el mismo nivel de conocimiento acerca de los métodos anticonceptivos.

Ejercicio 7

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener la puntuación promedio y la varianza de cada uno de los grupos.

8

Adultos mayores		
Sedentarios	Recreativos	
30	27	
20	20	
25	23	
28	25	
23	25	
25	22	
23	20	
27	25	
22	20	
26	20	
20	23	
23	25	
25	23	
28	20	
23	20	
25	23	
23	25	
27	23	
22	20	
26	20	
28	23	
23	25	
25	23	
23	20	
27	20	
28	20	
23	20	
25	20	
23	20	
27	23	
22	25	
26	23	
Promedio =	24.72	22.22
n =	32	32
Varianza =	6.14	4.89

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{24.72 - 22.22}{\sqrt{\frac{6.14}{32} + \frac{4.89}{32}}}$$

$$t = 4.26$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 32 + 32 - 2 = 62$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .01:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575

An arrow points from the label "gl" to the value 62 in the table. Another arrow points from the label "Valor crítico de t" to the value 1.6698 in the table.

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es menor al obtenido, por lo tanto se rechaza H_0 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(62)} = 4.26, p < .01$.

Interpretación:

Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(62)} = 4.26, p < .01$); por lo tanto, se concluye que existen discrepancias en el nivel de sintomatología depresiva entre los adultos mayores sedentarios y recreativos.

Ejercicio 8

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener la puntuación promedio y la varianza de cada uno de los grupos.

Usuarios	
Facebook	Twitter
9	7
5	7
3	3
4	5
5	3
4	8
6	3

Usuarios		
	Facebook	Twitter
	7	6
	3	4
	6	2
	9	3
	4	4
	3	9
	4	7
	8	3
	8	7
	5	3
	9	5
	9	3
	9	7
	5	7
	3	3
	4	5
	5	3
	4	8
	6	3
	7	6
	3	4
	6	2
	9	3
	4	4
	3	9
	9	7
	4	4
	3	9
Promedio =	5.57	5.03
n =	35	35
Varianza =	4.90	4.79

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{2.57 - 5.03}{\sqrt{\frac{4.90}{35} + \frac{4.79}{35}}}$$

$$t = 1.03$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 35 + 35 - 2 = 68$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de 0.01:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
68	0.6785	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501

An arrow points from the label "gl" to the circled value "68" in the first column. Another arrow points from the label "Valor crítico de t" to the circled value "1.6676" in the third column.

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es menor al obtenido, por lo tanto se rechaza H_0 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(68)} = 1.03, p > .01$

Interpretación:

No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(68)} = 1.03, p > .01$); por lo tanto, se concluye que los usuarios de Facebook y Twitter tienen el mismo nivel de confianza hacia las instituciones que conforman el sistema político.

Ejercicio 9

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener la puntuación promedio y la varianza de cada uno de los grupos.

Pacientes	
Matutino	Vespertino
30	88
126	84
102	96
18	84
90	48
132	112
66	64
126	98
78	104
108	88
96	106
90	72
78	64
90	88
18	66
90	96
120	52
54	56
84	24

	Pacientes	
	Matutino	Vespertino
	126	84
	78	66
	84	80
	132	72
	144	86
	96	60
	126	104
	90	60
		112
		64
Promedio =	91.56	78.55
n =	27	29
Varianza =	1128.72	447.68

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{91.56 - 78.55}{\sqrt{\frac{1128.72}{27} + \frac{447.68}{29}}}$$

$$t = 1.72$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 27 + 29 - 2 = 54$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .01:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700

gl \nearrow Valor crítico de t

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es mayor al obtenido, por lo tanto se rechaza H_0 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(54)} = 1.72, p > .01$.

Interpretación:

No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(54)} = 1.72, p > .01$); por lo tanto, se concluye que los pacientes del turno matutino y vespertino tienen el mismo nivel de satisfacción con el servicio médico.

Ejercicio 10

Cálculos necesarios para la solución:

- Obtener la puntuación promedio y la varianza de cada uno de los grupos.

	Particular	Público
	13	19
	12	25
	14	10
	10	11
	11	15
	33	15
	15	14
	25	12
	9	32
	15	44
	10	18
	7	21
	25	17
	14	14
	13	22
	12	30
	7	15
	21	12
	17	15
	19	35
	29	12
	30	13
	13	22
	8	18
	5	34
	7	28
Promedio =	15.15	20.12
n =	26	26
Varianza =	59.02	78.03

- Calcular el valor de t :

$$t = \frac{15.15 - 20.12}{\sqrt{\frac{59.02}{26} + \frac{78.03}{26}}}$$

$$t = -2.16$$

- Establecer los grados de libertad:

$$gl = 26 + 26 - 2 = 50$$

- Buscar en la tabla el valor crítico de t con un nivel de significación de .05:

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778

Diagrama de la tabla anterior con anotaciones: un círculo rodea el número 50 en la fila de los grados de libertad, con una flecha que apunta a la etiqueta 'gl' debajo; otro círculo rodea el valor 2.4033 en la columna de 0.01, con una flecha que apunta a la etiqueta 'Valor crítico de t' debajo.

- Comparar la t obtenida con el valor crítico de t : el valor crítico para la prueba t es menor al obtenido, por lo tanto se acepta H_1 .

Resultado y representación del resultado: $t_{(50)} = -2.16, p < .05$.

Interpretación:

Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(50)} = -2.16, p < .05$); por lo tanto, se concluye que los conductores de transporte particular y público tienen diferentes niveles de ansiedad una semana después del choque automovilístico.

Solución a los ejercicios voluntarios

Ejercicio 1

Se rechaza H_1 . Existen diferencias estadísticamente significativas en el nivel de autoestima ($t_{(58)} = -2.00, p < .05$) entre adolescentes de familias monoparentales ($M = 28.90$) y biparentales ($M = 31.93$).

Ejercicio 2

Se acepta H_1 . Los participantes del cine-debate tuvieron puntuaciones más altas ($M = 54.2$) que los asistentes a la conferencia ($M = 45.13$) en las actitudes hacia la esterilización canina ($t_{(58)} = 3.09, p < .05$).

Ejercicio 3

Se acepta H_1 . Hay diferencias en el nivel de agresión ($t_{(56)} = -3.36, p < .01$) entre los niños que practican el videojuego A ($M = 46.89$) y los que usan el B ($M = 51.90$).

Ejercicio 4

Se rechaza H_1 . Existen diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de kilogramos perdidos ($t_{(59)} = -2.45, p < .01$) entre los pacientes con un menú de alimentos permitidos ($M = 2.45$) y los que consumen porciones específicas ($M = 4.13$).

Ejercicio 5

Se rechaza H_1 . Existen diferencias estadísticamente significativas en el nivel de estrés laboral ($t_{(64)} = -2.26, p < .05$) entre los profesores de escuelas de medio tiempo $M = (80.24)$ y los que se desempeñan en escuelas de tiempo completo (84.18).

Ejercicio 6

Se acepta H_1 . El programa de conductas de autocuidado mejoró el bienestar emocional de las enfermeras, ya que se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(29)} = -14.63, p < .01$) antes ($M = 81.07, DE = 1.91$) y después ($M = 84.73, DE = 1.55$) de su participación.

Ejercicio 7

Se acepta H_1 . El programa de movilidad estudiantil incrementa el compromiso afectivo de los estudiantes, ya que se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(34)} = -3.30, p < .01$) antes ($M = 23.69, DE = 3.03$) y después ($M = 25.23, DE = 3.49$) de una movilidad estudiantil.

Ejercicio 8

Se rechaza H_1 . No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el nivel de insatisfacción corporal ($t_{(31)} = -1.59, p > .05$) antes ($M = 87.22, DE = 29.89$) y después ($M = 93.75, DE = 25.93$) del nacimiento del primer hijo.

Ejercicio 9

Se rechaza H_1 . El nuevo tratamiento farmacológico no es eficaz en la reducción del dolor crónico, ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(35)} = -.55, p > .05$) antes ($M = 8.36, DE = 0.79$) y después ($M = 8.44, DE = 0.77$) de la administración del medicamento.

Ejercicio 10

Se rechaza H_1 . La práctica deportiva no mejora el ajuste psicológico en las personas con amputación, ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($t_{(31)} = -2.66, p > .01$) antes ($M = 53.88, DE = 17.88$) y después ($M = 57.66, DE = 13.09$) de su incorporación a un equipo de fútbol.

GLOSARIO

Desviación estándar (típica): característica de una muestra o población que cuantifica su dispersión o variabilidad.

Diferencias estadísticamente significativas: las diferencias entre lo observado y lo supuesto en la hipótesis nula no se pueden explicar por medio del azar.

Media: es una medida de centralización para una variable continua, que se obtiene al sumar todos los valores y dividirlos por el tamaño de la muestra.

Muestras: subgrupos de observaciones de la población en estudio.

- P (p-valor):** nivel de significación observado en la prueba. Cuanto más pequeño sea, mayor será la evidencia para rechazar la hipótesis nula.
- Prueba *t* para muestras independientes:** esta prueba se utiliza cuando se tienen dos condiciones experimentales y diferentes participantes fueron asignados a cada condición.
- Prueba *t* para muestras relacionadas:** esta prueba se utiliza cuando se tienen dos condiciones experimentales y los mismos participantes formaron parte de ambas condiciones.
- Varianza:** característica de una muestra o población que cuantifica su dispersión o variabilidad. La varianza tiene unidades al cuadrado de la variable. Su raíz cuadrada positiva es la desviación típica.

BIBLIOGRAFÍA

- Berger, M. y Luckman, T. (1986). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Escoto, M.C., Mancilla, J.M. y Camacho, E.J. (2008). A Pilot Study of the Clinical and Statistical Significance of a Program to Reduce Eating Disorder Risk Factors in Children. *Eating and Weight Disorders*, 13(3), 111-118.
- Etzeberri, F. (2011). Videojuegos violentos y agresividad. *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, 18, 31-39.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*, 4a ed. Washington: SAGE Publications.
- Guerrero, F. (2012). *El impacto de las redes sociales en los sistemas electorales*. México: UNAM.
- López, R.M. (2000). *Medición de la percepción en los estilos de crianza madre-hijo*. Tesis de Maestría en Psicología. México: UNAM.
- Organización Mundial de la Salud. (2004). *La organización del trabajo y el estrés*. Francia: OMS.
- Reiko, S.M. (1987). Influencia de variables familiares y laborales en la satisfacción de mujeres profesionistas con su trabajo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 21(3), 423-436.
- Robles, R., Varela, R., Jurado, S. y Páez, F. (2001). Versión mexicana del Inventario de Ansiedad de Beck: propiedades psicométricas. *Revista Mexicana de Psicología*, 18, 211-218.
- Tejeiro, R., Pelegrina, M. y Gómez, J.L. (2009). Efectos psicosociales de los videojuegos. *Comunicación*, 7(1), 235-250.
- Vázquez, R., Galán, J., López, X., Alvarez, G.L., Mancilla, J.M. Caballero, A. y Unikel, C. (2011). Validez del Body Shape Questionnaire (BSQ) en mujeres mexicanas. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*, 2(1), 42-52.