unam - ents

Universidad Nacional Autónoma de México   Escuela Nacional de Trabajo Social

Estadística Aplicada a la Investigación Social II

Lic. Ciro López Mendoza

Área: Metodología y
Práctica de Trabajo Social

Semestre: 4

Créditos: 5

Carácter: Obligatoria

Sistema Universidad Abierta

Contenido

	Pág.
Presentación	3
Introducción	4
Objetivo general	5
Perfil de egreso	5
Temario	7
Diagrama conceptual	10
Unidad 1	12
Unidad 2	25
Unidad 3	60
Unidad 4	107
Glosario	136
Preguntas frecuentes	151
Bibliografía básica	159
Bibliografía complementaria	161
Anexos	162

Presentación

La Escuela Nacional de Trabajo Social inició sus estudios de *Licenciatura en Sistema Universidad Abierta,* en el año escolar 2003, con el Plan de Estudios aprobado por el H. Consejo Universitario el 10 de julio de 1996. Fue reestructurado en el año 2002 con aprobación del Consejo Académico del Área de las Ciencias Sociales, en su sesión del 26 de noviembre de 2002.

En el Sistema Universidad Abierta, la relación entre asesores, estudiantes y material didáctico es fundamental. En este sentido, en la Escuela se prestó especial atención para lograr mayor calidad en los materiales.

De esta manera, el material que ahora te presentamos debe constituirse en una herramienta fundamental para tu aprendizaje independiente. Cada uno de los componentes que lo integran guardan una congruencia con el fin de que el estudiante pueda alcanzar los objetivos académicos de la asignatura.

El material pretende desarrollar al máximo los contenidos académicos, temas y subtemas que son considerados en el programa de estudio de la asignatura. Esto no pretende soslayar el papel y responsabilidad preponderante del estudiante, que debe profundizar en la búsqueda de conocimientos en todas aquellas fuentes que tenga a su alcance hasta hacer realidad los objetivos y el perfil de egreso propuesto.

Este material es perfectible, por ello, con el apoyo de las experiencias de los estudiantes y otros profesores, serán revisados y actualizados de manera permanente por el asesor. De cuyos aportes sin duda, contribuirán para su mejora y enriquecimiento.

Te damos la más cordial bienvenida y te deseamos toda clase de éxitos en tus estudios que en esta, tu Escuela, la **Escuela Nacional de Trabajo Social** de la **Universidad Nacional Autónoma de México**.

INTRODUCCIÓN

La presente asignatura te brinda un método sencillo y práctico, para entender la estadística desde un punto de vista lógico más que matemático. Es decir, te proporciona las herramientas básicas para el estudio cuantitativo y cualitativo de los datos procedentes de un proceso de investigación científica, con el objeto de proveerte de la capacidad para seleccionar y aplicar las medidas más adecuadas en el análisis de los fenómenos sociales y con ello llevarte a una siguiente etapa en el estudio de la estadística, es decir, pasar de lo descriptivo a lo inferencial.

Los contenidos temáticos de la presente asignatura abordan los aspectos más relevantes de la estadística, con objeto de aplicarlos en un proceso de investigación social.

En la unidad I estudiarás los conceptos fundamentales de la investigación y la estadística con objeto de que determines su relación e importancia en el estudio de los fenómenos sociales así como el papel que juegan las variables, materia prima para el análisis de datos.

En la unidad II aprenderás conceptos como estadígrafo, parámetro, nivel de significancia, intervalo de confianza, así como el proceso para la aprobación o rechazo de una hipótesis y los errores que se pueden cometer al momento de hacer un análisis de datos.

Las pruebas estadísticas paramétricas las encontrarás en la unidad III, ello te permitirá conocer el concepto, cálculo e interpretación de cada una. Te brindará los elementos para discernir en qué casos es posible aplicar las medidas estudiadas y bajo qué condiciones.

Finalmente, en la unidad IV abordarás las pruebas estadísticas no paramétricas con objeto de asir el concepto, estudiar el procedimiento de cálculo e interpretar los valores obtenidos. Por otra parte se te proporcionan los elementos para que puedas elegir la utilización de una u otra medida estadística, según el caso.

OBJETIVO GENERAL

Identificarás y aplicarás las diferentes pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas, vinculadas a la investigación social como instrumentos para el estudio y análisis de los problemas sociales.

PERFIL DE EGRESO

Al terminar el curso seleccionarás y aplicarás las medidas estadísticas de tipo paramétrico y no paramétrico, con objeto de aprobar o rechazar una hipótesis.

Conocimiento en:

- El proceso de investigación científica y el papel de la estadística dentro del mismo.
- La relación entre la investigación y la estadística como elementos indisolubles e invariablemente complementarios.
- La relación e importancia de la estadística descriptiva para aplicar estadística inferencial.
- El concepto de variable, su clasificación y niveles de medición.
- Las medidas estadísticas paramétricas, concepto, cálculo, procedimiento y condiciones para su aplicación.

- Las medidas estadísticas no paramétricas, concepto, cálculo, procedimiento y condiciones para su aplicación.

Habilidades para:

- Identificar el papel que juega la estadística en un proceso de investigación científica y social.
- Construir hipótesis de investigación, alternativas y nulas, las transformarás en hipótesis estadísticas.
- Aplicar medidas paramétricas y no paramétricas, para el estudio de los fenómenos sociales y la toma de decisiones.
- Establecer el estudio de un conjunto de datos, las medidas estadísticas pertinentes, según el nivel de medición de las variables.
- Identificar las características de una distribución normal y una no normal.

Actitudes:

- Confirmarás que el uso de la estadística es un elemento indispensable al desarrollar un proceso de investigación científica y social.
- Asumirás que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística es contínuo.
- Adoptarás medidas estadísticas como elemento fundamental para la praxis profesional.

TEMARIO

UNIDAD I. LA INVESTIGACIÓN SOCIAL Y LA ESTADÍSTICA

1.1 Relación e importancia de la investigación social y la estadística

1.2 Conceptualización de estadística descriptiva y estadística inferencial

1.3 Variables

1.3.1 Tipos de variables

1.3.2 Escalas de medición

UNIDAD 2. CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA INFERENCIAL

2.1 Descripción e inferencia estadística

2.2 Estadístico y parámetro

2.3 Distribución muestral de un estadístico

2.3.1 Distribución normal

2.3.1.1 Área debajo de la distribución normal

2.3.1.2 Características de una distribución normal

2.4 Nivel de significancia

2.5 Nivel de confianza

2.6 Concepto y clasificación de las hipótesis

2.7 Prueba de hipótesis

2.7.1 Procedimiento para la prueba de hipótesis

2.8 Tipos de error

2.9 Potencia

2.10 Grados de libertad

UNIDAD III. PRUEBAS PARAMÉTRICAS BÁSICAS

3.1 Condiciones para su aplicación

3.1.1 Nivel de medición de la variable dependiente.

3.1.2 Semejanza a la distribución normal

3.1.2.1 Cálculo de sesgo y curtosis

3.1.3 Homogeneidad de varianzas

3.2 Prueba t para dos muestras independientes

3.2.1 Procedimiento

3.2.2 Ejemplo

3.3 Prueba t para dos muestras correlacionadas o apareadas

3.3.1 Procedimiento

3.3.2 Ejemplo

3.4 Prueba de diferencias de proporciones

3.4.1 Procedimiento

3.3.2 Ejemplo

3.5 Análisis de varianza

3.5.1 Procedimiento

3.5.2 Ejemplo

UNIDAD IV. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS BÁSICAS

4.1. Prueba ji cuadrada

4.1.1 Procedimiento

4.1.2 Ejemplo

4.2 Prueba Kolmogorov- Smirnov

4.2.1 Procedimiento

4.2.2 Ejemplo

4.3 Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

4.3.1 Procedimiento

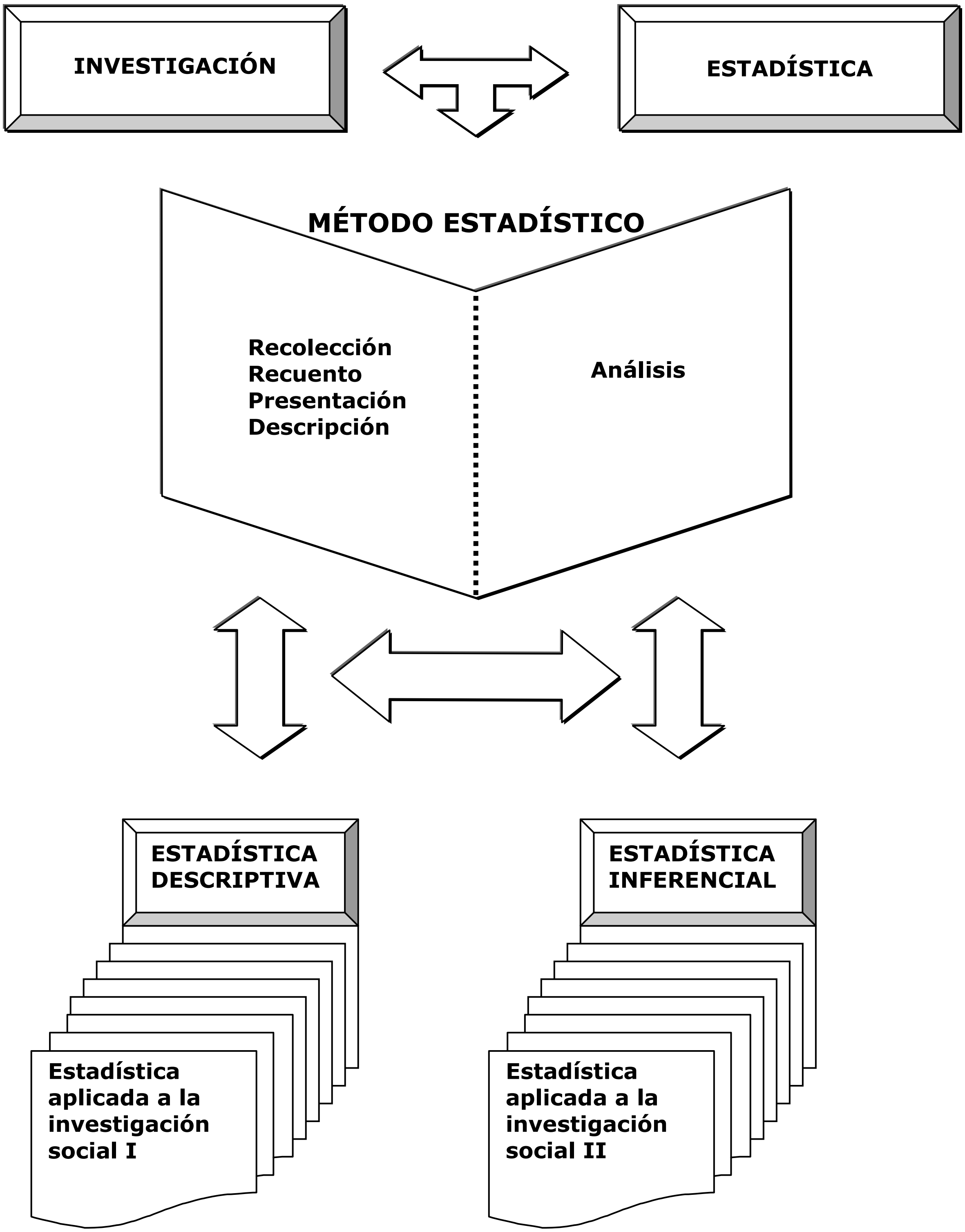
4.3.2 Ejemplo

4.4 Prueba U de Mann Whitney

4.4.1 Procedimiento

4.4.2 Ejemplo

DIAGRAMA CONCEPTUAL



Estadística aplicada a la investigación social II

Variables y nivel de medición

Muestras independientes o relacionadas

Pruebas paramétricas

- Prueba t para dos muestras independientes
- Prueba t para dos muestras correlacionadas o apareadas
- Prueba de diferencias de proporciones
- Análisis de varianza

Pruebas no paramétricas

- Prueba ji cuadrada
- Prueba Kolmogorov-Smirnov
- Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
- Prueba U de Mann Whitney

UNIDAD I. LA INVESTIGACIÓN SOCIAL Y LA ESTADÍSTICA

INTRODUCCIÓN

La presente unidad de aprendizaje te permitirá emplear contenidos temáticos básicos para analizar un problema social y definir la relación e importancia de la investigación y la estadística en sus dos ramas fundamentales, la descriptiva e inferencial, para enfocar la unidad en esta última, objeto de todo el curso.

Por otra parte, abordarás la esencia del estudio de los fenómenos sociales, es decir, las variables desde su concepto, pasando por su clasificación hasta su nivel de medición.

La revisión y valoración teórica te permitirá ubicar a la estadística inferencial dentro de un contexto general respecto al empleo de la misma en la investigación social.

OBJETIVO PARTICULAR

Al finalizar la presente unidad emplearás los conocimientos básicos vinculados con la investigación y la estadística con el propósito de establecer su relación e importancia para el estudio y análisis de los problemas sociales.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. LA INVESTIGACIÓN SOCIAL Y LA ESTADÍSTICA

1.1 Conceptualización de estadística descriptiva y estadística inferencial

1.2 Relación e importancia de la investigación social y la estadística

1.3 Variables

1.3.1 Tipos de variables

1.3.2 Escalas de medición

DIAGRAMA CONCEPTUAL

Elorza (2000) señala atinadamente que la ciencia se basa en un contraste empírico de las teorías con la evidencia; a su vez las teorías se comprueban tratando de demostrar que son falsas; si no se logra ésto, se retiene la teoría. El método de la ciencia es el de las conjeturas audaces e ingeniosas seguidas por intentos rigurosos de refutarlas.

Así, las teorías tratan de dar sentido a los hechos de la realidad y explicarlos. Por su parte la investigación es el elemento creativo de la ciencia, donde se procura establecer la relación entre variables, con el objetivo de expandir el conocimiento y la comprensión de la realidad.

La investigación científica -señalan Hernández, Fernández y Baptista (2003), al retomar a Kelinger (1975)- es el proceso sistemático, controlado, empírico y crítico, de proposiciones hipotéticas sobre las presumidas relaciones entre fenómenos naturales. Es sistemática y controlada, porque implica la existencia de una disciplina constante para hacer investigación científica y no se dejan los hechos a la casualidad. Empírica significa que se basa en fenómenos observables de la realidad; y crítica quiere decir que se juzga constantemente de manera objetiva y se eliminan las preferencias personales y los juicios de valor.

La investigación científica es el proceso mediante el cual se obtienen conocimientos. Investigar es “seguir sistemáticamente la huella”; seguir el rastro de los hechos para explicarlos. La definición etimológica sugiere que investigar es volver a buscar. De *in* y *vestigium*: huella pista; hacia la pista, seguir la pista.

Reynolds, G.S. (1973) apunta que la mayor parte de la investigación da como resultado un redescubrimiento y, por lo tanto, una confirmación de principios y de hechos conocidos, o bien representan un intento cuidadoso de responder en forma objetiva y reiterada a una pregunta no contestada hasta entonces. Por otra parte, la investigación significa la búsqueda y descubrimiento de hechos y principios que anteriormente eran mal entendidos o no se concebían. Es un proceso en el que la única constante es el cambio.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2003), Cozby (2004), Selltiz, Wrightsman y Stuart (1980), Castañeda, De la Torre, Morány Lara (2002), entre otros, la investigación puede cumplir dos propósitos fundamentales: a) producir conocimiento y teorías (investigación básica) y b) resolver problemas prácticos (investigación aplicada).

Cuando la motivación que lleva a realizar una investigación consiste en acrecentar el conocimiento, se dice que se trata de ciencia pura o básica; en cambio, cuando se investiga con fines prácticos se habla de ciencia aplicada.
La investigación es una característica esencial de los últimos siglos. Representa la herencia más clara y de mayor trascendencia hecha por el hombre.

Así, la **investigación social** puede ser definida como un proceso sistemático, controlado, empírico y crítico de aseveraciones hipotéticas sobre las posibles relaciones sociales que presentan los sujetos en lo individual y/o en lo colectivo.

Por otra parte, la estadística se ha convertido en una herramienta primordial en el estudio de los diversos campos del conocimiento y en las más variadas de las ciencias fundamentales y aplicadas; difícilmente podría encontrarse un campo de la actividad cognitiva en el que el herramental estadístico no tenga aplicación.

Para definir ¿qué es la estadística? es indispensable partir de lo que no es, es decir:

- No es un conjunto de técnicas con las que se pueda probar todo aquello que uno desee.
- No es una mera colección de datos.
- No sólo es aplicable a una gran colección de datos.
- No es un instrumento de medición.
- No establece los pasos a seguir en la construcción de un instrumento de recolección de datos.

La estadística puede ser definida como aquella que se ocupa de los métodos y procedimientos para recoger, clasificar, resumir, hallar regularidades y analizar los *datos*, siempre y cuando la variabilidad e *incertidumbre* sea una causa intrínseca de los mismos; así como de realizar *inferencias* a partir de ellos, con la finalidad de ayudar a la toma de *decisiones* y en su caso formular *predicciones*.

La estadística es aquella que mediante métodos científicos, recopila, organiza, presenta, resume, y analiza datos para obtener conclusiones válidas y tomar decisiones razonables con base en dicho análisis. Es un conjunto de técnicas diseñadas para cubrir dos funciones: describir e inferir.

Finalmente la estadística se puede asumir como una herramienta matemática de apoyo a la investigación social que recopila, cuenta, presenta, describe y analiza un conjunto de datos variables, asumiendo un margen de error o incertidumbre.

Un conjunto de datos se obtiene a partir de observaciones numéricas de conjuntos que se caracterizan por la variación que muestran sus componentes. Estos datos permiten el estudio de fenómenos que se distinguen por su variación.

La estadística tiene por objeto –según establece Holguín (1981)- resumir los datos más destacados de los elementos que componen un conjunto, logrando así aprehender más fácilmente su contenido.

1.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Al tener un conjunto de datos sumamente extenso y por tanto complejo, es conveniente resumirlos, reducirlos, hasta que la masa caótica y desordenada de los datos tome forma mediante la obtención de medidas estadísticas. Esto permitirá describir sus características preponderantes y poner de relieve las relaciones existentes entre sus componentes en un momento o a lo largo de un tiempo determinado. A partir de dicha descripción es posible construir inferencia estadística.

Es posible por tanto, clasificar la estadística en: descriptiva, cuando los resultados del tratamiento estadístico no pretenden ir más allá del conjunto de datos, e inferencial cuando el objetivo del estudio es derivar las conclusiones obtenidas a un conjunto de datos más amplio.

Estadística descriptiva: es la rama de la estadística que recolecta, recuenta, presenta y describe un conjunto de datos.

Estadística inferencial o analítica es aquella que proporciona los métodos para estimar las características de un grupo total (población), basándose en datos de un conjunto pequeño (muestra) de observaciones.

En este sentido, la estadística descriptiva establece las características generales de un grupo de datos utilizando métodos numéricos y gráficos que resumen y presentan la información contenida en ellos.

La estadística inferencial por su parte, se apoya en el cálculo de probabilidades y a partir de datos muestrales, efectúa estimaciones, decisiones, predicciones u otras generalizaciones sobre un conjunto mayor de datos.

1.2 RELACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL Y LA ESTADÍSTICA

La investigación social y la estadística convergen a partir de las siguientes premisas:

- Son procesos de constante exploración y descubrimiento.
- Son medios para examinar y entender la operación de los fenómenos sociales.
- Brindan puntos de vista y procedimientos técnicos que revelan detalles que de otra forma escaparían a nuestra conciencia.
- Tienen un carácter universal.
- Generan conocimiento.
- Tienen una metodología.

1.3 VARIABLES

Una variable es una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de medirse. Son características, cualidades, propiedades o atributos que pueden adoptar diferentes valores, magnitudes o intensidades en los diversos sujetos en que se miden.

Una variable se mide utilizando una escala de medición. La elección de la(s) escala(s) de medición a utilizar depende, en primer lugar, del tipo de variable en estudio, y además, del manejo estadístico a la que se someterá la información. En términos prácticos, existe una correspondencia directa entre el concepto de variable y escala de medición.

1.3.1 Tipos de variables

La naturaleza de los datos es de gran importancia a la hora de elegir el método estadístico más apropiado para abordar su análisis. Con este fin, las variables se clasifican estadística y metodológicamente. Las primeras, en consideración a su nivel de medición; las segundas, en razón de un orden de precedencia.

Estadísticamente o por su nivel de medición, las variables se clasifican en: cuantitativas y cualitativas.

Variables cualitativas. Este tipo de variables representan una cualidad o atributo que clasifica a cada caso en una de varias categorías. Éstas a su vez se clasifican en nominal u ordinal.

El nivel cualitativo implica la asignación de una característica o categoría que representa una cualidad determinada o asignada a una variable.

Variables cuantitativas. Son las variables que pueden medirse, cuantificarse o expresarse numéricamente.

En el nivel cuantitativo, medir significa además de asignar un atributo a una unidad de análisis, saber “cuánto” mayor o menor está una escala de otra, es decir, especifica la distancia o intervalo entre valores (el valor 70 es el doble del valor de 35).

Metodológicamente o por orden de precedencia, las variables se clasifican en: independiente y dependiente.

Variable independiente: es la variable manipulada (el predictor) para determinar sus efectos (predicciones) sobre la variable dependiente. Variable de un experimento que es controlada en forma sistemática por el investigador.

Variable dependiente: es el resultado o variable criterio que está relacionada con cambios en la variable independiente. Variable en un experimento, medida por un investigador, para determinar el efecto de una variable independiente.

1.3.2 Escalas de medición

Las variables se clasifican en cualitativas o cuantitativas. Las escalas de las variables cualitativas reciben el nombre de “modalidad”; las escalas de las variables cuantitativas reciben el nombre de “valor” o “clase”. En este sentido, una variable es el conjunto de las distintas modalidades o valores o clases definidas por una escala.

Según su nivel de medición o clasificación estadística, las variables cualitativas se dividen en:

Nominales: son aquellas en las que los datos se ajustan por categorías que no mantienen una relación de orden entre sí. Significa simplemente asignar un atributo o característica a una unidad de análisis sin importar jerarquía (color de los ojos, sexo, profesión).

Ordinales: Son aquellas en las que existe un orden o jerarquía entre las categorías. Significa asignar un atributo a una unidad de análisis cuyas categorías pueden ser ordenadas en una serie creciente o decreciente (la categoría 'secundaria completa' puede ordenarse en una serie, pues está entre 'secundaria incompleta' y 'universitaria incompleta'). Otros ejemplos son: grados de desnutrición, respuesta a un tratamiento, nivel socioeconómico.

Según su nivel de medición o clasificación estadística, las variables cuantitativas se dividen en:

Discretas: son aquellas que no admiten todos los valores decimales o fraccionados intermedios en un rango. Se suelen tomar solamente valores enteros (número de hijos, número de partos, número de hermanos, etc.).

Continuas: son aquellas que admiten cualquier valor dentro de un rango numérico determinado. Pueden contener decimales (edad, peso, talla). Se pueden subdividir a voluntad, por lo tanto, tomar cualquier valor de un determinado intervalo.

Clasificación de variables

- **Clasificación de variables**
  - **Estadísticamente**
    - **Cualitativas**
      - **Nominales**
      - **Ordinales**
    - **Cuantitativas**
      - **Discretas**
      - **Continuas**
  - **Metodológicamente**
    - **Independiente**
    - **Dependiente**

RESUMEN

La presente unidad temática aborda el concepto de investigación científica para puntualizar en la noción de investigación social, como elementos independientes respecto a la idea de estadística, objeto y clasificación, con la finalidad de entrelazarlos y establecer así su relación e importancia.

Así, la investigación y la estadística se estudian en esta unidad como procesos de constante exploración, como medios para examinar y/o entender la operación de los fenómenos sociales.

Por otra parte, estudiarás el concepto de variable, su clasificación y niveles de medición como elementos fundamentales para la aplicación de pruebas estadísticas a partir de dos consideraciones: lo paramétrico y lo no paramétrico.

UNIDAD II. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ESTADÍSTICA INFERENCIAL

INTRODUCCIÓN

En la presente unidad de aprendizaje se abordan los conceptos fundamentales de la estadística inferencial, que te darán las bases para el estudio de los fenómenos sociales a partir del planteamiento de hipótesis de investigación, alternativas, nulas y sobre todo estadísticas, con objeto de aprobarlas o rechazarlas.

Se estudiarán y ejemplificarán conceptos como: estadístico o estadígrafo, distribución muestral, nivel de significancia, nivel de confianza, potencia e hipótesis, incluida su clasificación, así como los tipos de error que se pueden cometer en la estadística inferencial, al momento de decidir aprobar o rechazar una hipótesis estadística nula.

OBJETIVO PARTICULAR

Al finalizar la presente unidad emplearás los conceptos básicos de la estadística inferencial, con objeto de comprobar o rechazar hipótesis relacionadas con el estudio y análisis de los problemas sociales.

CONTENIDO TEMÁTICO

II. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ESTADÍSTICA INFERENCIAL

2.1 Descripción e inferencia estadística

2.2 Estadístico y parámetro

2.3 Distribución muestral de un estadístico

- 2.3.1 Distribución normal
  - 2.3.1.1 Área debajo de la distribución normal
  - 2.3.1.2 Características de una distribución normal

2.4 Nivel de significancia

2.5 Nivel de confianza

2.6 Concepto y clasificación de las hipótesis

2.7 Prueba de hipótesis

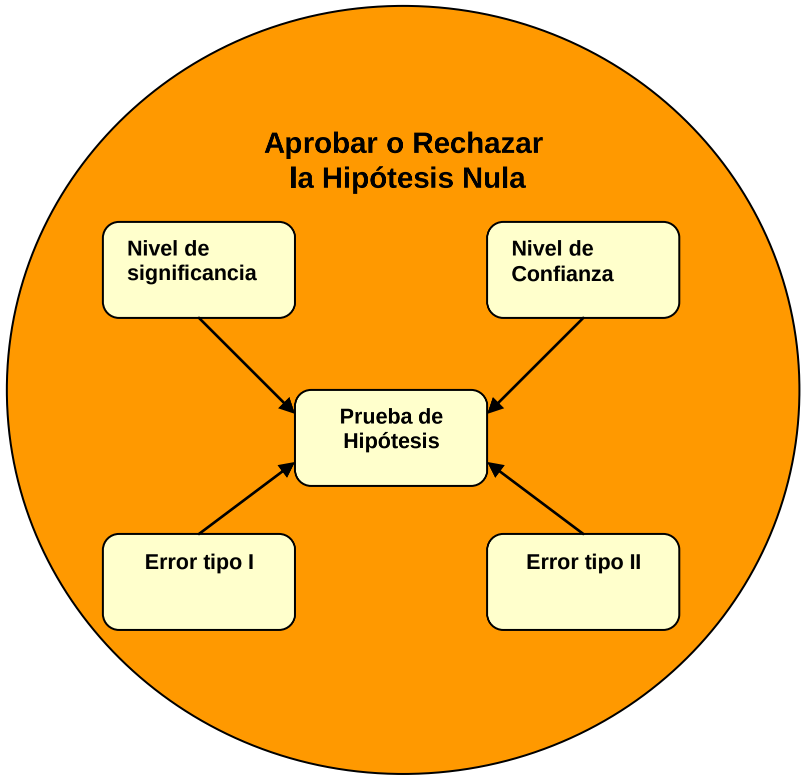
- 2.7.1 Procedimiento para la prueba de hipótesis

2.8 Tipos de error

2.9 Potencia

2.10 Grados de libertad

DIAGRAMA CONCEPTUAL



2.1. DESCRIPCIÓN E INFERENCIA ESTADÍSTICA

La estadística es un conjunto de técnicas diseñadas para cubrir dos funciones, a saber: describir e inferir. Describir implica detallar un conjunto de características respecto a una serie de datos; inferir significa sacar conclusiones o generalizaciones a partir de esa descripción.

La primera función –la estadística descriptiva- consiste en tomar datos sobre una categoría de personas u objetos, y resumir esta información en cifras matemáticas. La función de la estadística inferencial implica extraer conclusiones sobre una población partiendo de las características conocidas de una muestra.

Antes de abordar el estudio específico de la estadística inferencial, es imprescindible conocer algunos conceptos básicos cuya comprensión resulta esencial en el análisis de la relación entre lo descriptivo y lo inferencial.

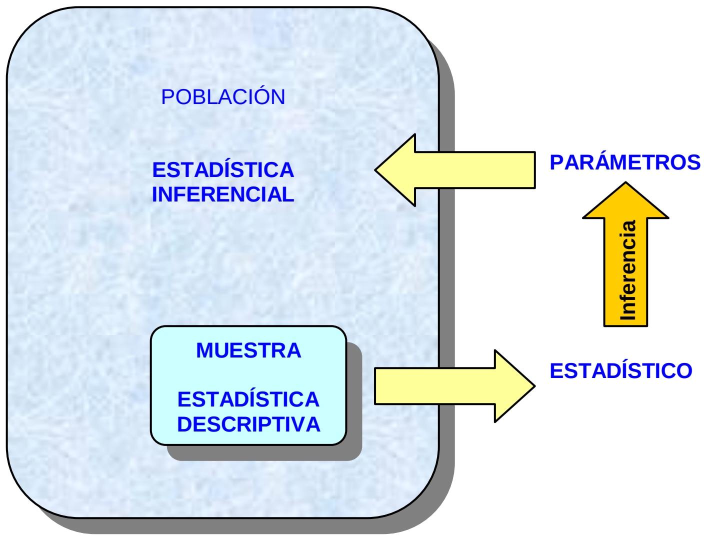
2.2. ESTADÍSTICO Y PARÁMETRO

Un **estadístico** es una función definida sobre los valores numéricos de una muestra. Es cualquier índice numérico calculado para una muestra. Así, la media, la desviación estándar o el coeficiente de correlación de Pearson son ejemplos de estadísticos o estadígrafos.

Un **parámetro** es una función definida sobre los valores numéricos de características medibles de una población. Es un índice numérico sobre los datos de una población, que cuantifica una característica de esa población.

Los parámetros no son calculados, porque no se recolectan datos de toda la población, pero pueden ser inferidos de los estadísticos.

RELACIÓN
ESTADÍSTICO - PARÁMETRO



2.3. DISTRIBUCIÓN MUESTRAL DE UN ESTADÍSTICO

Dado que un estadístico se calcula a partir de los valores obtenidos en una muestra, el valor numérico de cualquier estadístico dependerá de la muestra concreta con la que se haya realizado un estudio y será, por tanto, variable. Es decir, diferentes muestras extraídas de la misma población darán lugar a estadísticos diferentes.

La distribución muestral de un estadístico es el conjunto de todos los valores que ese estadístico tomaría si pudiéramos calcularlo en todas la posibles muestras de tamaño N de una población. Es un conjunto de valores sobre un estadístico calculado de todas las muestras posibles de determinado tamaño.

Supongamos que queremos realizar un estudio sobre los niveles de identidad profesional de jóvenes universitarios. Para ello, tomamos una muestra de 750 jóvenes y les pedimos que respondan en una escala del 0 al 5, en la que el 0 significa “nada practicante” y el 5 “muy practicante”. Supongamos que la puntuación media obtenida por esta muestra es de 2.5 y la desviación típica de 0.40.

Como ya hemos señalado, el valor que toma cualquier estadístico, en este caso la media, es variable. Es decir, si tomáramos una segunda muestra de 750 jóvenes de la misma población, el valor de la media sería distinto de 2.5. Es más, si extrajésemos de la misma población de jóvenes una tercera muestra de igual tamaño, la muestra de esta tercera muestra sería diferente a la de las dos muestras anteriores. Supongamos que extraemos 10 muestras de 750 jóvenes de toda la población que constituye nuestro objeto de estudio y que calculamos la media para cada una. La distribución resultante podría ser la que se muestra en la tabla 1. Cada valor en dicha tabla representa una media y no una puntuación y, por lo tanto, una distribución de frecuencias sino una distribución de medias de muestras.

Si consideramos a cada una de las medias como una puntuación, es posible calcular la media y la desviación típica de esta distribución de medias mediante el mismo procedimiento utilizado para calcular estos estadísticos en una muestra.

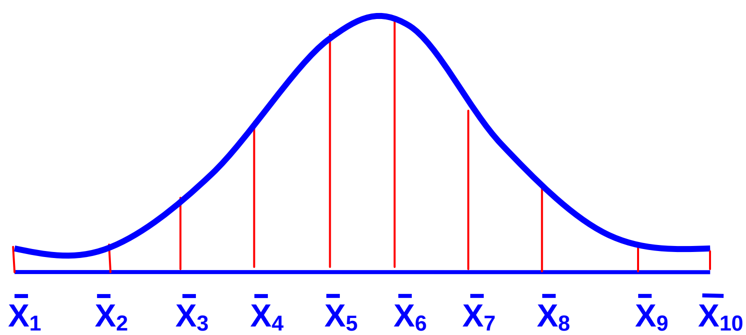
Tabla 1

No. de muestras	N	Media
1	750	2.5
2	750	2.0
3	750	3.0
4	750	3.5
5	750	2.5
6	750	4.0
7	750	2.0
8	750	3.5
9	750	3.0
10	750	3.5

Media de las muestras: 2.95

Desviación estándar: 0.65

Distribución muestral de medias



La media de esta distribución es, por tanto, la media de las 10 medias que conocemos. Esta nueva media estará más cerca de la media real de la población (que desconocemos) que cualquiera de las medias calculadas a partir de una sola muestra.

Supongamos que en vez de 10 muestras, pudiéramos tomar todas las posibles muestras de tamaño 750 de la población. La distribución muestral de un estadístico, en este caso de la media, es el conjunto de todos los posibles valores que ese estadístico tomaría si pudiéramos calcularlo en todas las posibles muestras de tamaño N de una población.

Una propiedad muy importante de la distribución muestral de la media es que si se toman N muestras de una población, las medias de dichas muestras se distribuirán semejantes a la curva normal. Esta propiedad, conocida como teorema de límite central, se cumple independientemente de la forma en que se distribuya la población.

La media de la distribución muestral de medias, es la media real de la población. Conocida la desviación estándar de una muestra, podemos estimar la desviación estándar de una distribución muestral de la media, o error estándar de la media (*SE*), cuya fórmula es la siguiente: $SE = \frac{S}{\sqrt{N}}$, es decir, el error estándar de la media es igual a la división de la desviación estándar de la población entre la raíz cuadrada del tamaño de la población.

El hecho de que la distribución muestral adopte una forma de curva normal tiene una gran importancia desde el punto de vista estadístico, ya que nos permite hacer inferencias sobre la media de la población, conocida la media de una muestra.

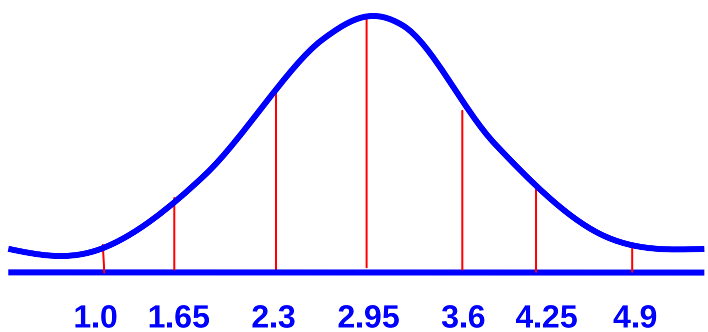
Detengámonos, por ejemplo, en los datos del supuesto estudio sobre el nivel de identidad profesional de los jóvenes universitarios. La media en la escala de identidad profesional era, para esta muestra, de 2.95 y la desviación típica de 0.65. No conocemos el verdadero valor de la media de la población de la que esta muestra ha sido extraída. Sin embargo, sabiendo que la distribución muestral de medias es semejante a la curva normal, podemos estimar el valor de la media de la población a partir de la media de nuestra muestra.

Para ello, comenzamos suponiendo que la media de nuestra muestra es igual a la media de la población y determinamos cuál es la probabilidad de que esta suposición no sea cierta. Suponiendo que 2.95 fuera la media de la población, el error estándar de la media o, lo que es lo mismo, la desviación estandar de la distribución muestral de la media, sería:

$$SE = \frac{S}{\sqrt{N}} = \frac{0.65}{\sqrt{750}} = 0.023$$

Conocido el valor del error estándar, la distribución muestral de la media respecto al ejemplo señalado basado en la curva normal sería:

Distribución muestral de la media
identidad profesional de jóvenes universitarios



Este cálculo nos permite afirmar que la probabilidad de que la media real de la población se encuentre entre 1.65 a 4.25 es del 95%. Asimismo, podríamos decir que la media de la población se encuentra en el intervalo de 1.0 a 4.9, con una probabilidad de error menor de 1%.

2.3.1 Distribución normal

La distribución normal es sin duda la más conocida y usada de todas. Muchos fenómenos naturales tienden a dar como resultado una distribución normal. Entre otras, longitud, altura y grosor de animales o plantas; mediciones de cantidades de azúcar en sangre; cantidad de glóbulos blancos; incidencias de las enfermedades; medidas en el aspecto conductista, emocional o psicológico de las acciones, aptitudes o capacidades humanas.

Debido a que la distribución normal describe de manera satisfactoria muchos fenómenos naturales, se ha convertido en un patrón de referencia para muchos problemas probabilísticos.

La distribución normal es aquella donde la media, la mediana y la moda de una variable son iguales entre sí y la distribución de las puntuaciones tienen forma de campana. También se refiere a esto como una “curva normal”.

La curva normal es una distribución teórica de los datos de una población. Es una curva con forma de campana, descrita por la siguiente ecuación:

$$Y = \frac{N}{2 \pi \sigma} \quad e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2)}$$

Donde:

Y= Frecuencia de un valor dado de X

X= Cualquier dato de la distribución

μ = Media de la distribución

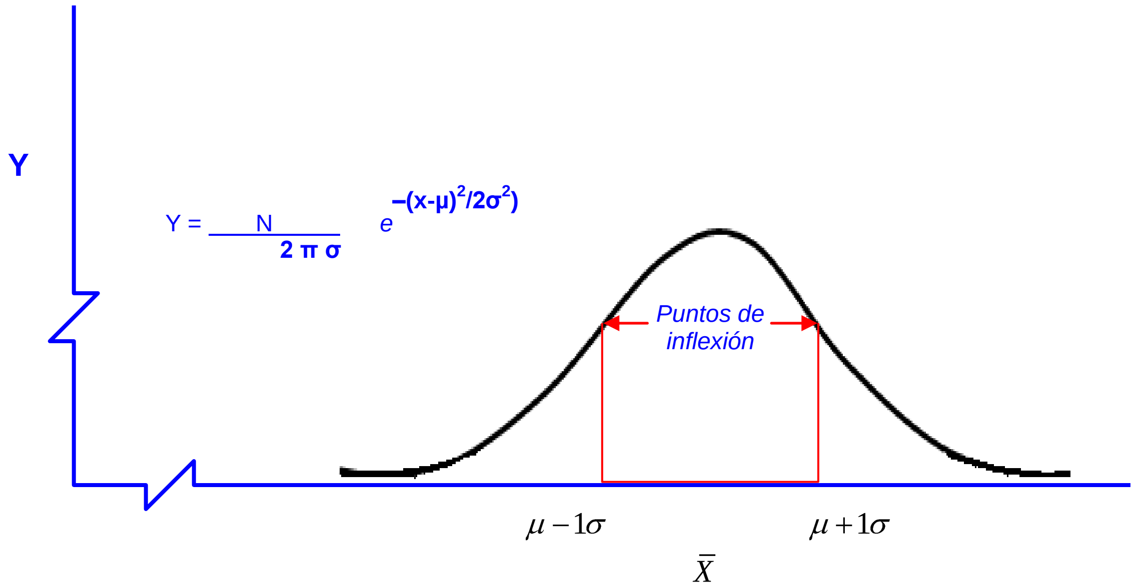
σ = Desviación estándar de la distribución

N= Frecuencia total de la distribución

π = Constante con un valor aproximado de 3.1416

e = Constante con un valor aproximado de 2.7183

Distribución normal



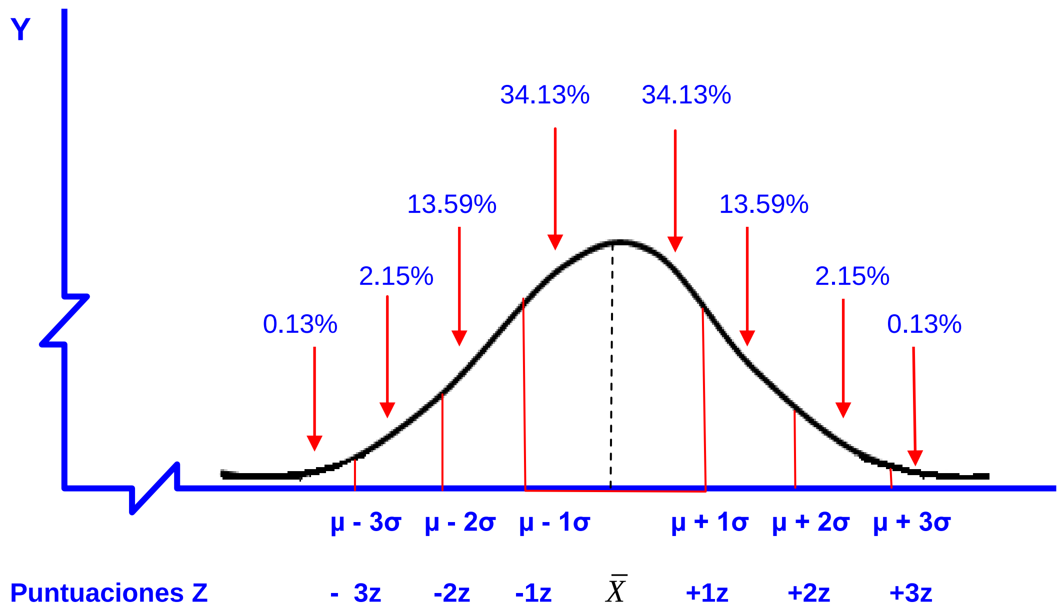
Los puntos de inflexión representan cambios en la dirección de la curva normal.

2.3.1.1 Área debajo de la distribución normal

En las distribuciones con forma normal, existe una relación especial entre la media y la desviación estándar con respecto al área en que se encuentra por debajo de la curva.

Cuando un conjunto de datos está distribuido en forma normal, 34.13% del área que se encuentra por debajo de la curva está contenida entre la media (μ) y un dato igual a μ + 1σ, 13.59% del área está contenida entre un dato igual a μ + 1σ y un dato igual a μ + 2σ; 2.15% está contenida entre los datos de μ + 2σ y μ + 3σ, y 0.13% del área está más allá de μ + 3σ. Esto representa el 50% del área. Como la curva es simétrica, los mismos porcentajes son válidos para los datos que están por debajo de la media. Como la frecuencia se localiza sobre el eje vertical, estos porcentajes representan el porcentaje de datos contenidos dentro del área.

Área debajo de la curva normal



2.3.1.2 Características de una distribución normal

La distribución normal presenta como principales características:

a) La curva normal es un polígono de frecuencias en forma de campana, para el que están calculadas sus áreas en función de los diversos valores del eje horizontal o del eje de las X o abscisas.

b) En el eje de las X o abscisas se encuentran valores de tipo cuantitativo continuo, genéricamente denominados puntuaciones “Z”, cuyas magnitudes teóricamente pueden ir, de izquierda a derecha y desde menos infinito a más infinito.

c) La media de todos los valores z de la abscisa equivale a cero, pues la mitad son negativos y la mitad son positivos. En el sitio de la abscisa que corresponde al cero, es decir la media, se encuentra la parte más alta de la curva. En este sitio también se encuentra la mediana de todos los valores z de la abscisa, pues el 50% de ellos está antes del cero y el 50% restante se encuentra después.

d) La curva es simétrica alrededor de la media; esto es, hay una mitad izquierda que es reflejo de la mitad derecha. Es decir, la asimetría es cero, la mitad de la curva es exactamente igual a la otra mitad. La distancia entre $\mu + 3\sigma$ y $\mu - 3\sigma$ es la misma.

e) En la abscisa existen segmentos unitarios de igual longitud y de tamaño 1. Los segmentos a la izquierda de la media tienen signo negativo y los segmentos a la derecha de la media tienen signo positivo. Tales segmentos, denominados desviaciones estándar (σ) pueden dividirse en fracciones infinitamente pequeñas y continuas.

f) La curva es asintótica; es decir, sus extremos teóricamente nunca tocan la abscisa. Por ello, la longitud de la abscisa podría ser infinitamente larga; sin embargo, se acostumbra graficar sólo hasta la distancia de tres segmentos a la izquierda y a la derecha de la media.

g) Toda el área bajo la curva equivale a 1 ó a 100%. Por lo anterior, el área a la izquierda de la media equivale a 0.5 ó 50%, y el área a la derecha de la media equivale también a 0.5 ó 50%.

h) Es unimodal; es decir presenta una sola moda.

i) Es una función particular entre desviaciones con respecto a la media de una distribución y la probabilidad de que éstas ocurran.

j) El área que se encuentra sobre el segmento de la abscisa que va desde la media hasta el valor z de +1, equivale a 0.3413 o 34.13%; por simetría, el área que se encuentra sobre el segmento que va desde la media hasta el valor z de -1 de la abscisa también equivale a 0.3413 o 34.13%.

k) El área que se encuentra sobre el segmento de la abscisa que va más allá del valor z de +1 equivale a 0.1587 o 15.87%; por simetría, el área que se encuentra sobre el segmento que va más allá (hacia menos infinito) del valor z de -1 de la abscisa también equivale a 0.1587 o 15.87%.

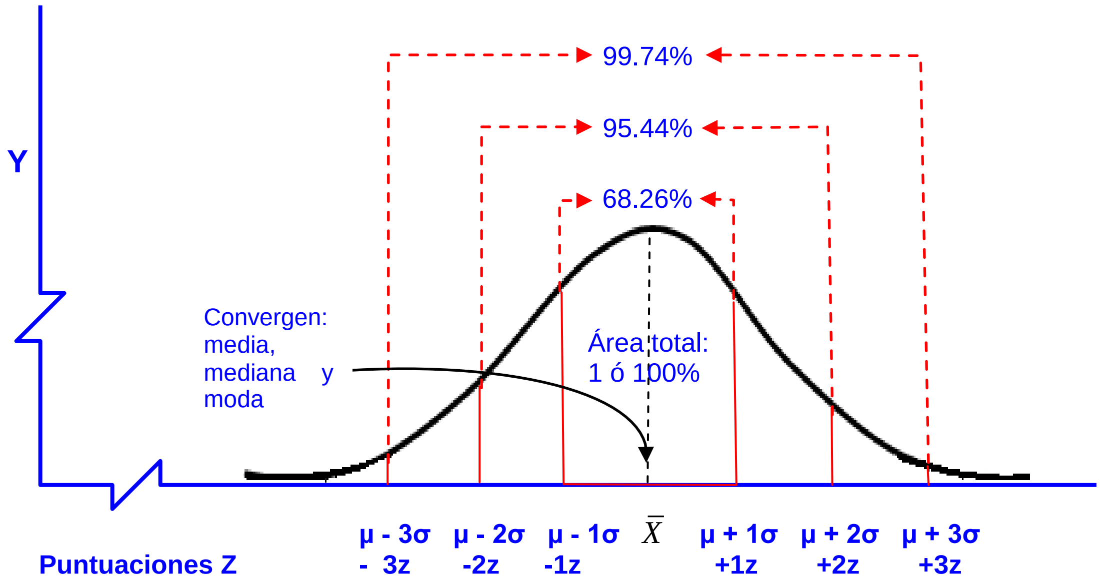
l) Es mesocúrtica. El valor de su curtosis equivale a cero.

m) La media, la mediana y la moda coinciden en el mismo punto.

n) Para cualquier segmento de la abscisa, y aún para fracciones de segmento, se encuentran calculadas las áreas correspondientes en una tabla específicamente diseñada para tal efecto.

Representación gráfica de las

Características de la curva normal



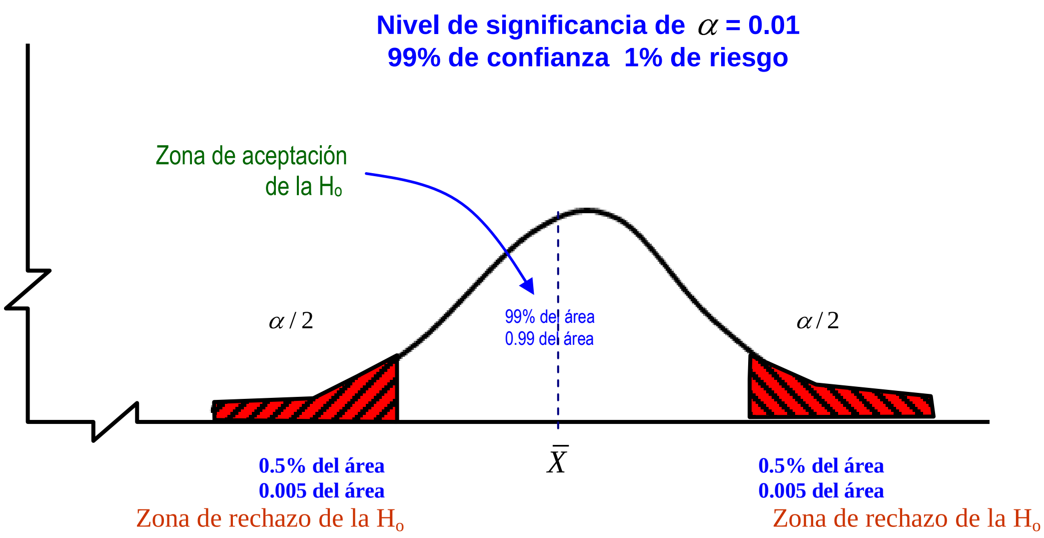
2.4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

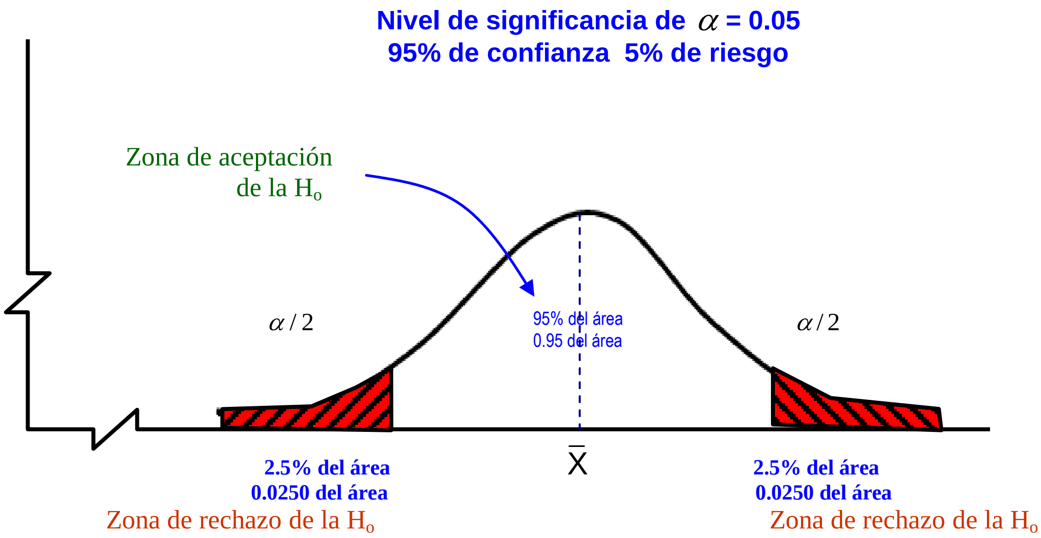
Un nivel de significancia (simbolizado por la letra griega alfa, α) es el nivel de error de muestreo que se está dispuesto a asumir al generar una conclusión.

Aplicando el concepto de probabilidad a la distribución muestral, tomaremos el área de ésta como 1.0; en consecuencia, cualquier área comprendida entre dos puntos de la distribución corresponderá a la probabilidad de la distribución. Para probar hipótesis inferenciales respecto a la media, el investigador debe evaluar si es alta o baja la probabilidad de que la media de la muestra esté cerca de la media de la distribución muestral. Si es baja, el investigador dudará de generalizar a la población. Si es alta, podrá hacer generalizaciones.

En relación a la curva de la distribución muestral que se utiliza en las pruebas estadísticas de hipótesis nulas, el nivel de significancia representa el señalamiento de una porción de la curva, en la que, si caen los resultados de la prueba dentro de ella, se rechaza la hipótesis nula. Pero, al hacerlo así, se corre el riesgo de cometer el error de tipo I, de rechazar la hipótesis nula como falsa, siendo verdadera. En consecuencia, esta porción o nivel de significancia representa la probabilidad máxima que tenemos el error tipo I indicado.

El nivel de significancia lo fija el analista y depende de la opción que haga al efecto en cada caso concreto. Sin embargo, los niveles de significancia comúnmente utilizados en las ciencias sociales, son: 0.01 y 0.05 o 1% y 5% respectivamente.



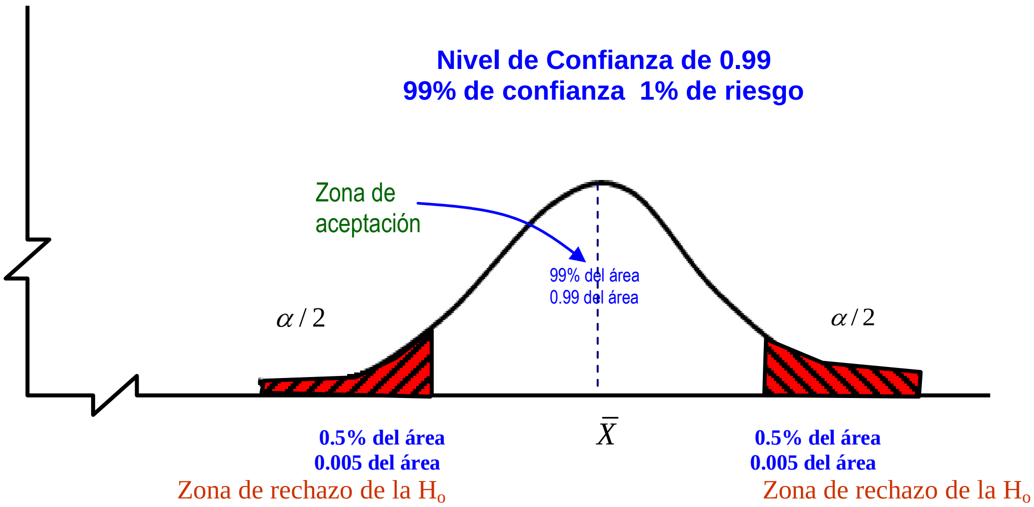


2.5. NIVEL DE CONFIANZA

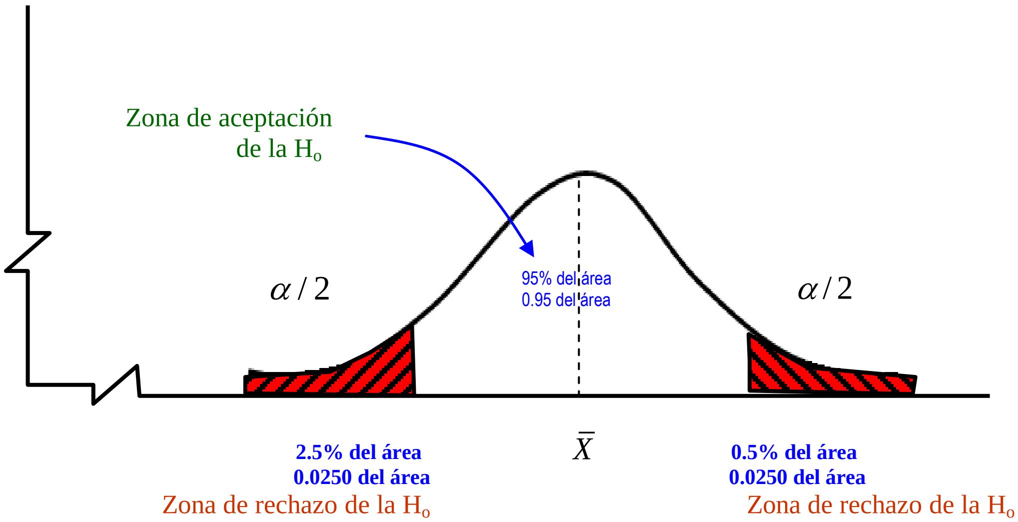
Estadísticamente, nunca se puede abarcar el área de la curva normal. De ahí que las operaciones estadísticas y, de modo concreto, en la determinación del error y del tamaño de muestra, sea necesario determinar el área de la misma que se pretende abarcar. Esta área recibe el nombre de "nivel de confianza", porque representa el porcentaje de seguridad o de probabilidad que elegimos.

En concreto, significa que las medias o parámetros de todas las muestras posibles que forman en su conjunto la curva de distribución, sólo consideramos como probables, si escogemos el nivel de confianza de dos sigmas o el de tres, el 95% o 99.7%, respectivamente, de las mismas, por lo que prescindimos del otro 4.5% y 0.3%, por estimar que es muy improbable su elección, y porque creemos que el nivel indicado del 95.5 ó 99.7, proporciona una seguridad no total pero suficiente en la práctica.

En consecuencia, con esta decisión se acepta un riesgo razonable de equivocarse, pues para lograr mayor seguridad, se tendrá que aumentar, en proporción muy elevada, el tamaño de la muestra con todos los gastos e inconvenientes que esto lleva consigo.



Nivel de Confianza de 0.95
95% de confianza 5% de riesgo



En la estadística inferencial es posible construir un intervalo donde se localice un parámetro. Es decir, se trata de una probabilidad definida de que un parámetro se va a ubicar en un determinado intervalo. Los niveles de confianza más comunes en la investigación social son 0.95 y 0.99. En el primer caso quiere decir que tenemos 95% a favor de que el parámetro se localice en el intervalo estimado, contra 5% de elegir un intervalo equivocado. El nivel de 0.99 señala 99% de probabilidad de seleccionar un intervalo adecuado. Tales niveles de confianza se expresan en unidades de desviación estándar.

Para poder encontrar el intervalo de confianza es necesario acudir al concepto de distribución muestral y apoyarse en las propiedades de la curva normal específicamente en las puntuaciones *z* correspondientes al nivel de confianza seleccionado. Una vez hecho esto, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{Estadígrafo} \pm \left\{ \begin{array}{c} \text{Puntuación “z”} \\ \text{que expresa el} \\ \text{nivel de} \\ \text{confianza} \\ \text{elegido} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{c} \text{Desviación} \\ \text{estándar de la} \\ \text{distribución muestral} \\ \text{correspondiente} \end{array} \right\}$$

Ejemplo:

“El promedio de horas que ocupan los estudiantes para trasladarse a la universidad es de 3.0”.

Suponemos que se recolectaron datos de una muestra representativa y se aplicó estadística descriptiva, obteniéndose lo siguiente: de una muestra de 312 estudiantes, la media ($\bar{X}$)de ocupación de horas de traslado fue de 2.9 con una desviación estándar (S) de 1.2 horas.

Datos:

Media ($\bar{X}$): 2.9 horas

S = 1.2 horas

Nivel de confianza: 0.95, que de acuerdo a la distribución normal le corresponde una puntuación z de 1.96.

Para obtener la desviación estándar de la distribución muestral ($S\bar{X}$) aplicamos la siguiente ecuación:

$$S\bar{X} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Sustituyendo:

$$S\bar{X} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{1.2}{\sqrt{132}}$$

$$S\bar{X} = 0.0679$$

Con los datos ya calculados podemos encontrar el intervalo de confianza a partir de la fórmula anteriormente señalada:

$$\textbf{Intervalo de confianza} = \mathbf{2.9} \pm \left\{ \mathbf{1.96} \right\} \left\{ \mathbf{0.0679} \right\}$$

Sustituyendo

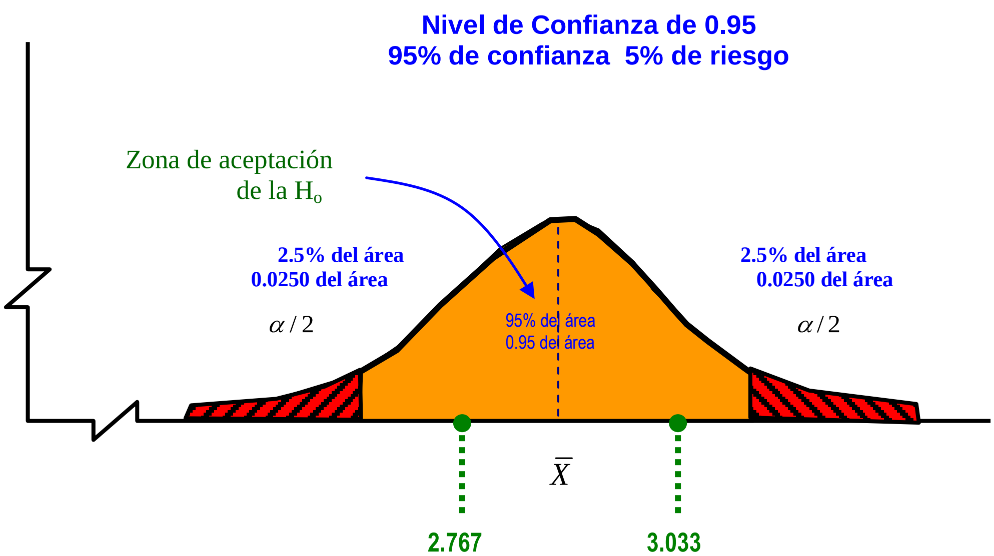
Intervalo de confianza = 2.9 – (0.133) = **2.767**

Intervalo de confianza = 2.9 + (0.133) = **3.033**

Interpretación:

La media poblacional está entre 2.767 y 3.033 horas, con 95% de probabilidad de no cometer error.

De manera esquemática el intervalo de confianza sería:



2.6. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

Etimológicamente hipótesis procede de *hipo*: bajo y *tesis*: afirmación. Literalmente "bajo el supuesto o la afirmación". Por otra parte la podemos definir como: el enunciado teórico supuesto, no verificado pero probable y referente a variables o relaciones entre variables.

Existe una serie indeterminada de clasificaciones de hipótesis a partir de su utilidad según la diversidad de objetivos que se persigan, sin embargo, es posible asumir la siguiente clasificación general:

a) **Hipótesis de investigación (H_i):** Son proposiciones tentativas acerca de la posible relación entre dos o más variables.

b) **Hipótesis nula (H_0):** Es aquella que refuta o niega la hipótesis de investigación. Establece una afirmación acerca del valor de ciertos parámetros poblacionales y por lo general se expresa como la negación de una relación posible entre la variable independiente y la dependiente.

c) **Hipótesis alternativa (H_1):** Son posibilidades "alternas" ante las hipótesis de investigación y nula. La hipótesis alternativa se manifiesta acerca del valor de ciertos parámetros poblacionales y se expresa de modo que contradice la hipótesis nula. El rechazo de la H_o conduce al no rechazo de la $H_{1,}$ y a la posibilidad de que la hipótesis de investigación sea cierta.

   En general, se propone y contrasta una hipótesis alternativa con la nula para decidir, entre dos posibles acciones, una apropiada si la nula es verdadera y otra si la nula es falsa.

d) **Hipótesis estadísticas (H_e):** Son la transformación de las hipótesis de investigación, nulas y alternativas en símbolos estadísticos.

Ejemplo:

Hipótesis de investigación:

H_i: “El promedio de calificaciones del grupo 1326 es igual al promedio de calificaciones del grupo 1327”.

Hipótesis nula:

H_0: “El promedio de calificaciones del grupo 1326 es diferente al promedio de calificaciones del grupo 1327”

Hipótesis alternativa:

H_a: “El promedio de calificaciones del grupo 1326 es mayor al promedio de calificaciones del grupo 1327”

Hipótesis estadísticas **H_e**: La transformación de las hipótesis anteriores sería:

H_i: $\overline{X}_{1326} = \overline{X}_{1327}$

H_0: $\overline{X}_{1326} \neq \overline{X}_{1327}$

H_a: $\overline{X}_{1326} > \overline{X}_{1327}$

2.7. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de hipótesis es una técnica, mediante la cual se contrastan los resultados derivados de realizar operaciones matemáticas propias de cada prueba con los valores críticos de la distribución muestral correspondientes, y se decide si se puede rechazar, dentro de determinados límites de probabilidad, la hipótesis nula, que postula que los resultados son debido al azar.

Antes de abordar el procedimiento de la prueba de hipótesis, es conveniente hacer algunas consideraciones que retoman lo visto al momento:

Primera: La distribución muestral es una distribución normal de puntuaciones *z,* la base de la curva son puntuaciones *z* o unidades de desviación estándar.

Segunda: Las puntuaciones *z* son distancias que indican áreas bajo la distribución normal. En este caso, área de probabilidad.

Tercera: El área de riesgo es tomada como el área de rechazo de la hipótesis nula, y el área de confianza es tomada como el área de aceptación de la hipótesis nula.

Cuarta: Se habla de una hipótesis acerca del parámetro (en este caso, media poblacional).

2.7.1 Procedimiento para la prueba de hipótesis

La manera más sencilla de entender un procedimiento de prueba de hipótesis, es hacerlo de manera sistemática, es decir, a través de una secuencia de pasos:

Paso 1.

Sobre bases firmes (revisión de la literatura, información disponible; es decir marco teórico), establecer una hipótesis acerca de un parámetro poblacional.

Por ejemplo:

“El promedio de horas que ocupan los estudiantes para trasladarse a la universidad es de 3.0”.

Paso 2.

Definir el nivel de significancia que se va a utilizar para la prueba de hipótesis.

Por ejemplo:

$\alpha = 0.05$

Considerando que se han revisado las propiedades de la curva normal es correcto decir que se tiene 95% de confianza y 5% de probabilidad de cometer error.

Paso 3.

Recolectar los datos de una muestra representativa. Suponemos que se calculó un tamaño de muestra y se aplicó un procedimiento de muestreo adecuado de manera tal que se tenga un subconjunto representativo al cual se le aplicó estadística descriptiva. Los datos obtenidos fueron los siguientes: de una muestra de 312 estudiantes, la media de ocupación de horas de traslado fue de 2.9 con una desviación estándar de 1.2 horas.

Paso 4.

Estimar la desviación estándar de la distribución muestral de la media utilizando la siguiente fórmula:

$$S\bar{X} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde $S\bar{X}$ es la desviación estándar de la distribución muestral de la media, *s* representa la desviación estándar de la muestra y *n* es el tamaño de la muestra:

Si sustituimos los datos del ejemplo la desviación estándar de la distribución muestral $(S\bar{X})$ sería:

$$S\bar{X} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{1.2}{\sqrt{132}}$$

$$S\bar{X} = 0.0679$$

Paso 5.

Transformar la media de la muestra en una puntuación "Z", en el contexto de la distribución muestral, a través de la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{\bar{X} - X}{S\bar{X}}$$

Donde $\bar{X}$ es la media de la muestra, X es la media hipotetizada de la distribución muestral (parámetro poblacional) y $S\bar{X}$ es la desviación estándar de la distribución muestral de medias.

Sustituyendo:

$$Z = \frac{\bar{X} - X}{S\bar{X}} = \frac{2.9 - 3.0}{0.0679} = -1.47$$

Paso 6.

En la tabla de área bajo la curva normal, buscar aquella puntuación *z* que deje a 0.0250 o 2.5% por encima de ella. Esta puntuación es de 1.96.

Paso 7.

Comparar la media de la muestra transformada a puntuaciones “Z” -1.47 o valor calculado con el valor 1.96 crítico tabular.

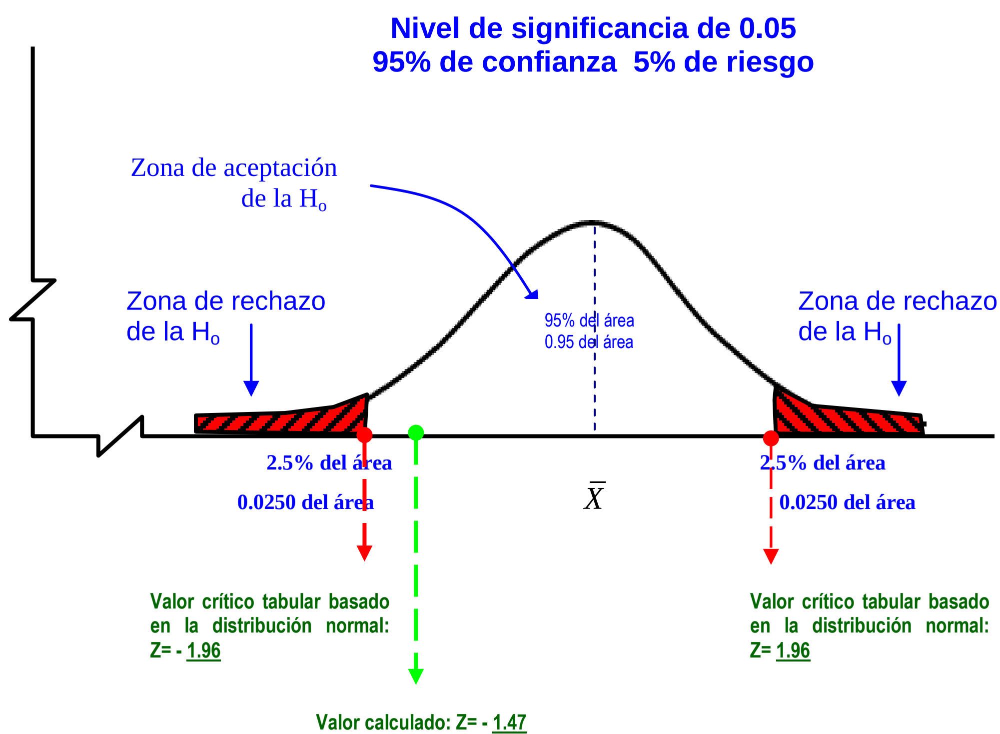
Regla de decisión:

a) Si es menor el valor calculado al valor crítico tabular, se acepta la hipótesis.
b) Si es mayor el valor calculado al valor crítico tabular, se rechaza la hipótesis.

Como el valor calculado se encuentra dentro de la zona de aceptación de la H_0, entonces, la decisión es:

Aceptar la hipótesis a un nivel de significancia del 0.05 (es decir, 95% de confianza y 5% de riesgo).

El siguiente esquema de curva normal ejemplifica la decisión tomada respecto a la hipótesis nula H_0.



Al tomar una decisión, es primordial establecer el nivel de certeza y error con el que se está generalizando.

2.8. TIPOS DE ERROR

Un elemento fundamental para comprobar o contrastar hipótesis estadísticas es el establecimiento de α (probabilidad de rechazar falsamente de la hipótesis nula, H_o) igual a un valor lo más pequeño posible; a continuación, de acuerdo con la hipótesis alternativa (H_a), escoger una región de rechazo tal que la probabilidad de observar un valor muestral en esa región sea igual o menor que α cuando H_o es cierta.

En otras palabras, nunca estaremos completamente seguros de nuestra estimación. Trabajamos con altos niveles de confianza o seguridad, pero, aunque el riesgo es mínimo, podría cometerse un error. Los resultados posibles al probar hipótesis serían:

1. Aceptar una hipótesis verdadera (decisión *correcta*)
2. Rechazar una hipótesis falsa (decisión *correcta*)
3. Aceptar una hipótesis falsa (*error* conocido como del Tipo II o *beta,* β)
4. Rechazar una hipótesis verdadera (*error* conocido como de Tipo I o *error alfa,* α)

Una forma esquemática de presentar estos resultados sería siguiente:

Error Tipo I y II

		Situación real	
		H_0 cierta	H_0 falsa
Decisión	No rechazar H_0	Decisión correcta $1 - \alpha$	β Error tipo II
	Rechazar H_0	α Error tipo I	Decisión correcta $1 - \beta$

Es decir:

Probabilidad de que [Se materialice el error de tipo I = α (Nivel de significancia)]

Probabilidad de que [No se materialice el error de tipo I = $1 - \alpha$ (Nivel de confianza)]

Probabilidad de que [Se materialice el error de tipo II = β]

Probabilidad de que [No se materialice el error de tipo II = $1 - \beta$ (Potencia de la prueba)]

2.9. POTENCIA

La potencia de una prueba estadística es igual a la probabilidad que ofrece su aplicación de acertar si se decide en la prueba el rechazo de la hipótesis nula, H_o, siendo ésta efectivamente falsa. En otras palabras, así como el nivel de significanción, elegido en una prueba, representa la probabilidad de error cuando rechazamos la H_o, la potencia de una prueba indica, al contrario, la probabilidad de acertar o no cometer error, cuando rechazamos la H_o y, en consecuencia, aceptamos la hipótesis de investigación, H_1.

La probabilidad de error, al aceptar la H_1 como verdadera, siendo falsa, es el error de tipo II, o β; luego la de no cometer este error será 1-β que es precisamente la fórmula de la potencia de una prueba. Por lo tanto la potencia de una prueba es máxima cuando β es mínimo y al revés.

La evaluación de la potencia presenta la dificultad de determinar β ya que se necesita conocer el valor en la población, del parámetro contrastado, que generalmente no es conocido. No obstante, la potencia de la prueba se puede elevar, aumentando el tamaño de la muestra y el nivel de significación α.

2.10. GRADOS DE LIBERTAD

Los grados de libertad son el número de oportunidades de muestreo para compensar las limitaciones, distorsiones y debilidades potenciales en los procedimientos estadísticos. Es el número de datos que puede variar libremente al calcular una prueba estadística a nivel inferencial.

En estadística, grados de libertad es un estimador del número de categorías independientes en un test particular o experimento estadístico. Se encuentran mediante la fórmula n-1, donde n=número de sujetos en la muestra (también pueden ser representados por k-1 donde k=número de grupos, cuando se realizan operaciones con grupos y no con sujetos individuales).

RESUMEN

En la presente unidad se abordan los conceptos básicos de la estadística inferencial, con objeto de enlazarlos en un elemento fundamental: la prueba de hipótesis.

Conceptos como estadígrafo, distribución muestral, curva normal, nivel de significancia, nivel de confianza, potencia e hipótesis, te permitirán adentrarte y aplicar un elemento fundamental de la estadística inferencial o analítica, es decir, el contraste de hipótesis.

UNIDAD III. PRUEBAS PARAMÉTRICAS BÁSICAS

INTRODUCCIÓN

En este apartado integrarás los conceptos y procedimientos aprendidos en las dos unidades anteriores con objeto de aplicarlos a distribuciones semejantes a una curva normal, es decir, utilizar medidas estadísticas paramétricas.

Cada medida tiene sus particularidades de aplicación según se defina lo que se desea conocer, pueden proceder de muestras independientes (aquellas que proceden de grupos ajenos) o relacionadas (aquellas que proceden de un solo grupo medido en dos distintos momentos).

OBJETIVO PARTICULAR

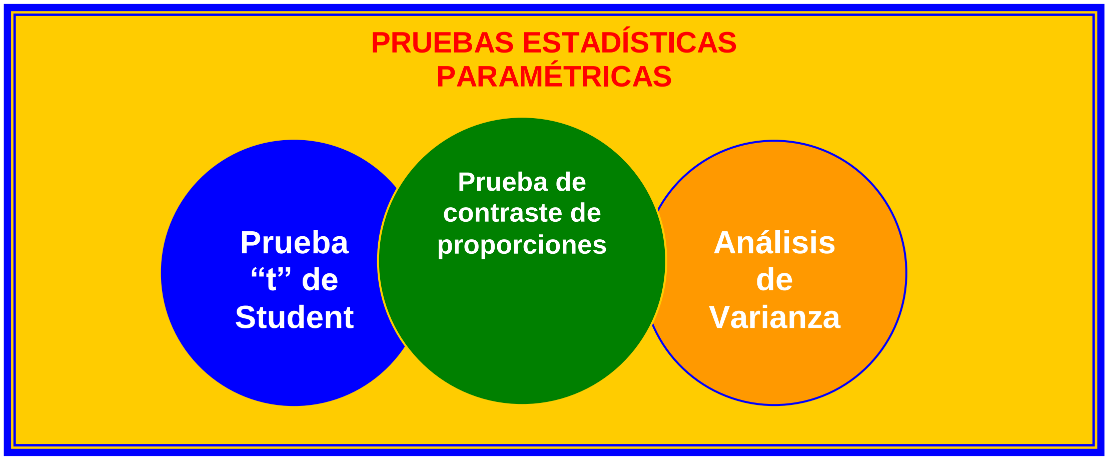
Al finalizar la presente unidad emplearás pruebas estadísticas paramétricas con objeto de comprobar o rechazar hipótesis al comparar muestras independientes o relacionadas.

CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD III. PRUEBAS PARAMÉTRICAS BÁSICAS

- 3.1 Condiciones para su aplicación
    - 3.1.1 Nivel de medición de la variable dependiente
    - 3.1.2 Semejanza a la distribución normal
        - 3.1.2.1 Cálculo de sesgo y curtosis
    - 3.1.3 Homogeneidad de varianzas
- 3.2 Prueba t para dos muestras independientes
    - 3.2.1 Procedimiento
    - 3.2.2 Ejemplo
- 3.3 Prueba t para dos muestras correlacionadas o apareadas
    - 3.3.1 Procedimiento
    - 3.3.2 Ejemplo
- 3.4 Prueba de diferencias de proporciones
    - 3.4.1 Procedimiento
    - 3.4.2 Ejemplo
- 3.5 Análisis de varianza
    - 3.5.1 Procedimiento
    - 3.5.2 Ejemplo

DIAGRAMA CONCEPTUAL



3.1 CONDICIONES PARA SU APLICACIÓN

Para poder aplicar pruebas estadísticas paramétricas se deben cumplir las siguientes las condiciones:

3.1.1 Nivel de medición de la variable dependiente.

En la aplicación de medidas estadísticas paramétricas el nivel de medición de la variable dependiente debe ser de tipo cuantitativo (discreta o continuo o intervalar). Es decir:

Según su nivel de medición o clasificación estadística, las variables cuantitativas se dividen en:

Discretas: son aquellas que no admiten todos los valores intermedios en un rango. Suelen tomar solamente valores enteros (número de hijos, número de partos, número de hermanos, etc).

Continuas: son aquellas que admiten cualquier valor dentro de un rango numérico determinado. Pueden contener decimales (edad, peso, talla). Se pueden subdividir a voluntad. Pueden tomar, entonces, cualquier valor de un determinado intervalo.

3.1.2 Semejanza a la distribución normal

Para facilitar el entendimiento de esta segunda condición es importante retomar el tema de distribución normal respecto a sesgo y curtosis ya revisados en Estadística Aplicada a Investigación Social I. A continuación se recuperan tales aspectos:

El sesgo se define como la falta de simetría en una distribución. Cuando una curva esta equilibrada con relación a su eje vertical, se dice que es simétrica; cuando no observa esta situación, se dice que es asimétrica.

La curtosis se describe como el grado en que las proporciones observadas difieren de las de la curva normal. Distribuciones con una proporción mayor de valores extremos tienen curtosis positiva (leptocúrtica); las que tienen menos valores extremos tienen curtosis negativa (platicúrticas).

3.1.2.1 Cálculo de sesgo y curtosis

La distribución de los valores cuantitativos continuos tienen semejanza a la curva normal si su sesgo (a_3), calculado a través del método de momentos, vale entre -0.5 y +0.5, lo cual se simboliza de la siguiente forma:

$$-0.5 < a_3 < +0.5$$

Su curtosis (a_4), también calculada a través del método de momentos, vale entre 2 y 4, lo cual se simboliza de la siguiente forma:

$$2 < a_4 < 4$$

Las fórmulas para calcular el sesgo y la curtosis, a través del método de momentos, son los siguientes:

SESGO: $a_3 = \dfrac{m_3}{\sqrt{m_2}^{\,3}}$	CURTOSIS: $a_4 = \dfrac{m_4}{m_2^{\,2}}$

El cálculo de momentos para *series simples* de datos cuantitativos continuos se hace con las fórmulas siguientes:

Momento 2:	**Momento 3:**	**Momento 4:**
$m_2 = \dfrac{\sum \; X - \bar{X} \;\;^{2}}{n}$	$m_3 = \dfrac{\sum \; X - \bar{X} \;\;^{3}}{n}$	$m_4 = \dfrac{\sum \; X - \bar{X} \;\;^{4}}{n}$

En el caso de las series simples de valores, conviene efectuar el cálculo de los momentos a través de una tabla auxiliar de trabajo como la del siguiente ejemplo:

Niños de un año de edad, según peso.
HIM “Federico Gómez”, Enero 2004

9.1	9.4	8.9	9.6	10.5	8.8	9.4	9.2	9.0	8.1
9.3	8.8	9.5	9.7	9.2	9.4	9.6	9.0	9.4	9.8

El promedio equivale a: 9.285 kgrs.

Cada uno de los valores (X)	Desviación de cada valor con respecto al promedio $(X-\bar{X})$	Elevación al cuadrado de cada una de las desviaciones. $(X-\bar{X})^2$	Elevación al cubo de cada una de las desviaciones. $(X-\bar{X})^3$	Elevación a la cuarta de cada una de las desviaciones. $(X-\bar{X})^4$
9.1	-0.185	0.034	-0.006	0.001
9.4	0.115	0.013	0.002	0.000
8.9	-0.385	0.148	-0.057	0.022
9.6	0.315	0.099	0.031	0.010
10.5	1.215	1.476	1.794	2.179
8.8	-0.485	0.235	-0.114	0.055
9.4	0.115	0.013	0.002	0.000
9.2	-0.085	0.007	-0.001	0.000
9.0	-0.285	0.081	-0.023	0.007
8.1	-1.185	1.404	-1.664	1.972
9.3	0.015	0.000	0.000	0.000
8.8	-0.485	0.235	-0.114	0.055
9.5	0.215	0.046	0.010	0.002
9.7	0.415	0.172	0.071	0.030
9.2	-0.085	0.007	-0.001	0.000
9.4	0.115	0.013	0.002	0.000
9.6	0.315	0.099	0.031	0.010
9.0	-0.285	0.081	-0.023	0.007
9.4	0.115	0.013	0.002	0.000
9.8	0.515	0.265	0.137	0.070
SUMATORIAS	$\sum(X-\bar{X}) =$ 0.000	$\sum(X-\bar{X})^2 =$ 4.441	$\sum(X-\bar{X})^3 =$ 0.079	$\sum(X-\bar{X})^4 =$ 4.421

Sustituyendo en las fórmulas para el cálculo de momentos en series simples se tiene:

Momento 2:

$$m_2 = \frac{\sum X - \bar{X}^{\ 2}}{n}$$

Momento 3:

$$m_3 = \frac{\sum X - \bar{X}^{\ 3}}{n}$$

Momento 4:

$$m_4 = \frac{\sum X - \bar{X}^{\ 4}}{n}$$

Momento 2:

$$m_2 = \frac{4.441}{20} = 0.222$$

Momento 3:

$$m_3 = \frac{0.079}{20} = 0.004$$

Momento 4:

$$m_4 = \frac{4.421}{20} = 0.221$$

Finalmente, usando los valores calculados para los momentos y sustituyendo para las fórmulas de sesgo y curtosis en series simples se tiene:

SESGO: $a_3 = \frac{m_3}{\sqrt{m_2}^{\ 3}}$	CURTOSIS: $a_4 = \frac{m_4}{m_2^{\ 2}}$

SESGO: $$a_3 = \frac{m_3}{\sqrt{m_2}^{\ 3}} = \frac{0.004}{\sqrt{0.222}^{\ 3}} = \frac{0.004}{0.471^{\ 3}} = \frac{0.004}{0.105} = 0.038$$

CURTOSIS: $$a_4 = \frac{m_4}{m_2^{\ 2}} = \frac{0.221}{0.222^{\ 2}} = \frac{0.221}{0.049} = 4.484$$

Interpretación:

En vista de que el sesgo calculado se encuentra en el intervalo que va desde -0.5 hasta +0.5 puede decirse que la distribución de los pesos de los niños se asemeja en asimetría a la curva normal.

Sin embargo, en vista de que la curtosis calculada esta fuera del intervalo que va desde 2 hasta 4 no puede decirse que el grado de apuntamiento o aplanamiento de los pesos de los 20 niños sea semejante a la de la curva normal.

3.1.3 Homogeneidad de varianzas

La prueba F_{max} determina la homogeneidad o no de varianzas, a partir de la siguiente fórmula:

$$F = \frac{Varianza \quad Mayor}{Varianza \quad Menor} = \frac{S_1^{\ 2}}{S_2^{\ 2}}$$

Ejemplo:

Tiempo de trasladarse del domicilio a la facultad
(Minutos y fracciones) de los grupos 1326 y1327

	Grupo 1326	Grupo 1327
	38.25	42.75
	68.75	48.50
	80.25	48.25
	36.50	23.25
	61.25	65.50
	45.75	49.75
	39.75	36.75
	59.50	24.50
	60.50	32.25
	57.25	49.25
	56.54	
	45.75	
PROMEDIO	54.17	42.01
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	13.29	13.03

3.1.3.1 Procedimiento

Primer paso:

Calcular la desviación estándar de cada una de las series las cuales se deberán elevar al cuadrado para determinar cuál es la varianza mayor y cuál la varianza menor a fin de sustituir los valores en la fórmula.

Sustituyendo:

$$F = \frac{Varianza \quad Mayor}{Varianza \quad Menor} = \frac{S_1^{\ 2}}{S_2^{\ 2}} = \frac{13.29^{\ 2}}{13.03^{\ 2}} = \frac{176.62}{169.78} = 1.04$$

Segundo paso:

Establecer un nivel de significancia para la variable a medir y determinar los grados de libertad así como su valor en la tabla de la distribución F.

a) Nivel de significancia: 0.05

b) Grados de libertad: Fórmula: n-1 (en cada uno del grupo de datos)

Prueba “A”: 12 – 1= 11 (Numerador)

Prueba “B”: 10 –1 = 9 (Denominador)

Para localizar el valor tabular de F se deberá encontrar el cruce que presenta la distribución respecto a 11 y 9 grados de libertad. El valor de la tabla de la distribución F es igual a 3.13 aproximadamente.

Tercer paso:

Toma de decisión.

Reglas de decisión:

Si el valor calculado para F es menor al valor de la tabla de la distribución F ambas varianzas son iguales u homogéneas.

Si el valor calculado para F es mayor al valor de la tabla de la distribución F ambas varianzas no son iguales u homogéneas.

Debido a que el valor calculado de F es menor que el valor crítico de la tabla, entonces **no se puede rechazar la hipótesis estadística nula de que ambas varianzas son iguales**. Esto es, hay homogeneidad de varianzas.

3.2 PRUEBA "t" PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES

La prueba *t* de Student es una técnica de análisis estadístico utilizada para probar si dos poblaciones tienen la misma media en una determinada variable.

Es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias.

Es un estadístico utilizado para contrastar una hipótesis sobre la diferencia entre dos medias.

3.2.1 Procedimiento

Primer paso:

Identificación de las variables.

- Existe una variable independiente de tipo cualitativo nominal con dos modalidades, ello origina la existencia de dos grupos diferentes, ajenos o independientes.
- Existe una variable dependiente de tipo cuantitativo discreta o continuo.

Segundo paso:

Verificar que se cumplan las condiciones de la estadística paramétrica:

a) Nivel de medición de la variable dependiente de tipo cuantitativo.

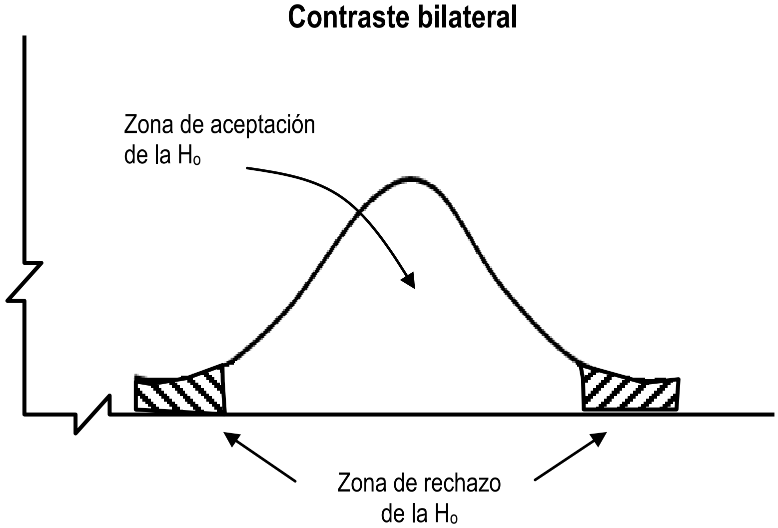
b) Semejanza a la distribución normal

c) Homoscedasticidad (homogeneidad de varianzas).

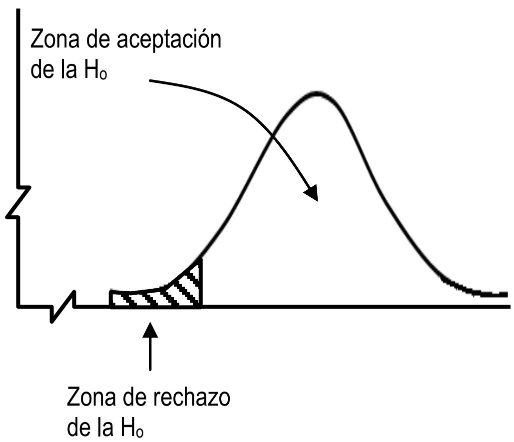
Tercer paso:

Planteamiento de una hipótesis estadística: Para poder aplicar este paso es necesario definir un tipo de contraste a partir de tres escenarios: bilateral (cuando se establecen dos zonas de riesgos o de rechazo de la Hipótesis nula, H_o); unilateral a la derecha (cuando se establece una zona de riesgo o de rechazo de la Hipótesis nula, H_o) y unilateral a la izquierda (cuando se establece una zona de riesgo o de rechazo de la Hipótesis nula, H_o)

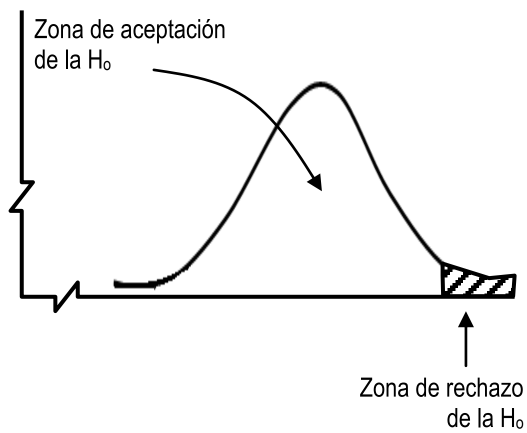
Contraste bilateral



Contraste unilateral a la izquierda



Contraste unilateral a la derecha



Es decir:

<u>Contraste bilateral</u>

Hipótesis nula: H_o= $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa: H_a= $\mu_1 \neq \mu_2$

<u>Contraste unilateral a la derecha</u>

Hipótesis nula: H_o= $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa: H_a= $\mu_1 > \mu_2$

<u>Contraste unilateral a la izquierda</u>

Hipótesis nula: H_o= $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa: H_a= $\mu_1 < \mu_2$

Cuarto paso:

Cálculo de “t” observada: Es decir aplicar la fórmula de la prueba t de Student a partir de la serie de datos que se desee analizar.

Quinto paso:

Comparación del valor “t” observado con un valor crítico tabular y evaluación de las hipótesis estadísticas. Para ello:

a) Se designa un nivel de significancia a la prueba.

b) Se calculan los grados de libertad mediante la fórmula: $gl=n_1+n_2-2$

   Los grados de libertad son el número de oportunidades de muestreo para compensar las limitaciones, distorsiones y debilidades potenciales en los procedimientos estadísticos. Es el número de datos que pueden variar libremente al calcular un estadístico.

c) El valor “t” calculado se compara con el valor crítico de la tabla de la distribución t de Student. Para encontrar el valor crítico de la distribución t deberás revisar la tabla correspondiente y encontrar el cruce entre los grados de libertad y el nivel de significancia elegido considerando por otra parte el tipo de contraste seleccionado.

Sexto paso:

Elaborar conclusión en términos estadísticos y en términos de problema de investigación.

3.2.2 Ejemplo

Primer paso	Ejemplo
Identificación de las variables. Existe una variable independiente de tipo cualitativo nominal con dos modalidades, ello origina la existencia de dos grupos diferentes, ajenos o independientes. Existe una variable dependiente de tipo cuantitativo.	**Problema:** Tiempo en trasladarse del domicilio a la facultad (minutos y fracciones) en dos grupos de alumnos. Grupos 1326 y 1327. Variable Independiente: Tipo de grupo: Es decir “1326” y “1327”. Variable dependiente: Tiempo en trasladarse del domicilio a la facultad.

Segundo paso	Ejemplo
Verificación de que se cumplen las condiciones de la estadística paramétrica: a) Nivel de medición de la variable dependiente de tipo cuantitativo. b) Semejanza a la distribución normal. c) Homoscedasticidad (homogeneidad de varianzas).	Condiciones que presenta el problema de estudio: a) Se cumple el nivel de medición. b) Sesgo: Grupo “1326” y “1327” 0.32 y 0.05. Curtosis: Grupo “1326” y “1327” 2.32 y 2.32. c) Existe homogeneidad de varianzas. Calculada a través de la prueba Fmax (revisar prueba Fmax, calculada anteriormente).

Tercer paso	Ejemplo
Planteamiento de la hipótesis estadística: Depende del tipo de contraste seleccionado.	<u>Contraste bilateral</u> Hipótesis nula: H_o= $\mu_1 = \mu_2$ Hipótesis Alternativa: H_a= $\mu_1 \neq \mu_2$

Cuarto Paso

Cálculo de “t” observada: Es decir aplicar la fórmula de la prueba t de Student a partir de las serie de datos que se desee analizar.

Ejemplo

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}}$$

Donde:

$\bar{X}_1$ = Media de la primera serie de datos.
$\bar{X}_2$ = Media de la segunda serie de datos.
s_1 = Desviación estándar de la primera serie de datos.
s_2 = Desviación estándar de la segunda serie de datos.
n_1 = Tamaño de la muestra de la primera serie de datos.
n_2 = Tamaño de la muestra de la segunda serie de datos.

Sustituyendo:

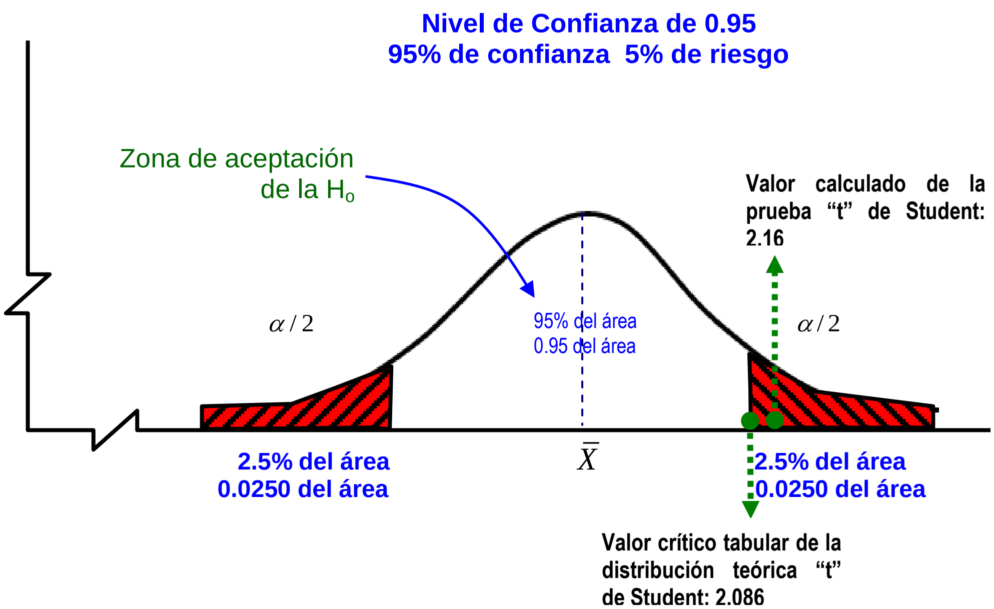
$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(s_1)^2}{n_1} + \frac{(s_2)^2}{n_2}}} = \frac{54.17 - 42.01}{\sqrt{\frac{(13.29)^2}{12} + \frac{(13.03)^2}{10}}} = 2.16$$

Quinto paso	Ejemplo
Comparación del valor "t" observado con un valor crítico tabular y evaluación de las hipótesis estadísticas:	
a) Se designa un nivel de significancia a la prueba.	a) Nivel de significancia: 0.05
b) Se calculan los grados de libertad mediante la fórmula: gl=n_1+n_2-2.	b) Grados de libertad: 12+10-2= 20
c) El valor "t" calculado se compara con el valor crítico de la tabla de la distribución *t* de Student.	El valor crítico que debe rebasarse para poder rechazar la hipótesis estadística nula (H_o) es de 2.086, en vista de que el valor observado es de 2.16 rebasa el valor crítico tabular de 2.086, puede entonces rechazarse la Hipótesis nula: H_o= $\mu_1 = \mu_2$ para el nivel de significancia de 0.05.

Sexto paso	Ejemplo
a) Conclusión en términos estadísticos.	a) Se rechaza la hipótesis nula (H_o) a un nivel de significancia de 0.05, es decir, 95% de confianza y 5% de error.
b) Conclusión en términos del problema de investigación.	b) Al menos para los dos grupos estudiados, puede considerarse que el tiempo de traslado del domicilio a la facultad es diferente en función del grupo al que se pertenezca.

A continuación se presenta de manera gráfica la decisión tomada respecto a la H_o en consideración a la distribución teorica “t” de Student y a la asignación de áreas de rechazo y aceptación de la misma. Al comparar el valor calculado con el valor crítico tabular (definido por el nivel de significancia y por el tipo de contraste establecido -es decir bilateral-) se puede observar que el valor calculado cae dentro del área de rechazo de ahí la decisión adoptada.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PRUEBA "t"
CONTRASTE BILATERAL



3.3 PRUEBA "t" DE STUDENT PARA DOS MUESTRAS CORRELACIONADAS O APAREADAS

Como ya se señaló la prueba *t* de Student es una técnica de análisis estadístico utilizada para probar si dos poblaciones tienen la misma media en una determinada variable.

La aplicación de esta prueba puede hacerse en muestras independientes o ajenas y en muestras relacionadas, es decir, en muestras que proceden de un mismo grupo medido en dos distintos momentos.

3.3.1 Procedimiento

Primer paso:

Identificar las variables de estudio:

- Existe una variable independiente de tipo cualitativo nominal con dos modalidades, ello origina la existencia de dos grupos apareados o correlacionados.
- Existe una variable dependiente de tipo cuantitativo.

Segundo paso:

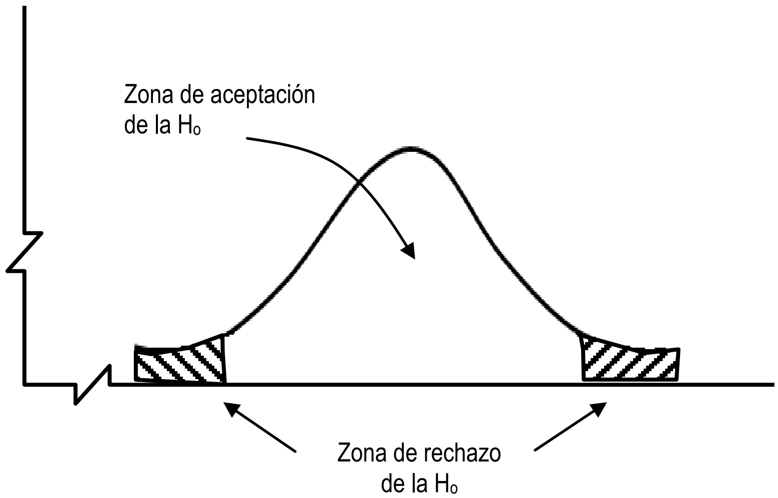
Verificar que se cumplan las condiciones para su aplicación (es decir, las condiciones para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas):

- Nivel de medición de la variable dependiente de tipo cuantitativo.
- Homogeneidad de varianzas.
- Semejanza a la distribución normal.

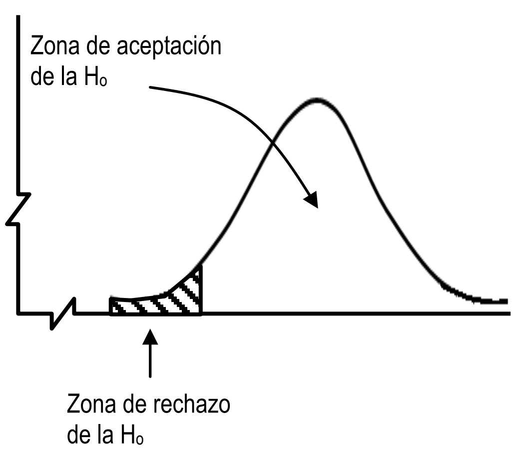
Tercer paso:

Planteamiento de una hipótesis estadística: Para poder aplicar este paso es necesario definir un tipo de contraste a partir de tres escenarios: bilateral (cuando se establecen dos zonas de riesgos o de rechazo de la Hipótesis nula, H_o); unilateral a la derecha (cuando se establecen una zona de riesgo o de rechazo de la Hipótesis nula, H_o) y unilateral a la izquierda (cuando se establecen una zona de riesgo o de rechazo de la Hipótesis nula, H_o)

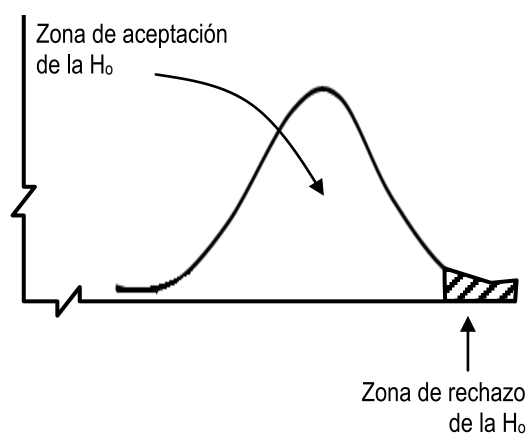
Contraste bilateral



Contraste unilateral a la izquierda



Contraste unilateral a la derecha



Es decir:

<u>Contraste bilateral</u>

Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa: $H_a = \mu_1 \neq \mu_2$

<u>Contraste unilateral a la derecha</u>

Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa: $H_a = \mu_1 > \mu_2$

<u>Contraste unilateral a la izquierda</u>

Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa: $H_a = \mu_1 < \mu_2$

Cuarto paso:

Calcular los datos necesarios para aplicar la siguiente fórmula correspondiente a la prueba “t” de Student para muestras correlacionadas o apareadas:

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n\sum d^2 - (\sum d)^2}{n-1}}}$$

Donde:

d = Diferencia entre puntuación antes y después.

n = Número de pares.

$\sum d$ = Sumatoria de diferencias.

$\sum d^2$ = Sumatoria de las diferencias al cuadrado.

$\sum d^2$ = Sumatoria de diferencias cuadráticas, es decir cada una de las diferencia se eleva al cuadrado y se suman.

Quinto paso:

Sustituir los datos calculados en la fórmula de la prueba "t" de Student para muestras correlacionadas o apareadas.

Sexto paso:

Localizar el valor crítico tabular de la distribución teórica "t" de Student, a partir de las siguientes consideraciones:

- Designar un nivel de significancia para prueba (α)
- Calcular los grados de libertad mediante la fórmula: gl = n - 1
- A partir de los dos puntos anteriores localizar el valor crítico tabular de la distribución teórica "t" de Student.

Séptimo paso:

Comparar del valor "t" calculado con el valor "t" crítico tabular de la distribución teórica "t" de Student y generar, respecto a la hipótesis estadística en estudio, dos conclusiones: una estadística y otra en términos del problema.

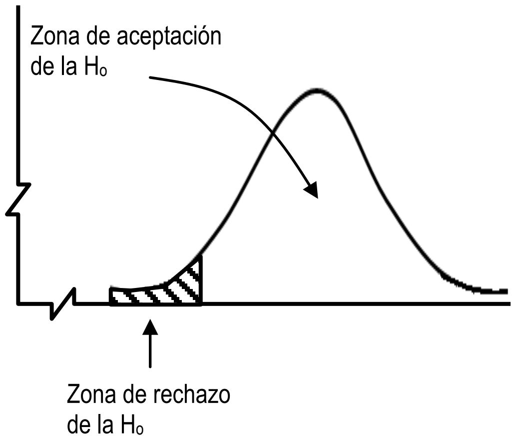
3.3.2 Ejemplo

Primer paso	Ejemplo
Identificar las variables de estudio: - Existe una <u>variable independiente</u> de tipo cualitativo nominal con dos modalidades, ello origina la existencia de dos grupos apareados o correlacionados. - Existe una <u>variable dependiente</u> de tipo cuantitativo discreta o continua.	El grupo 1426 de prácticas comunitarias de la ENTS-UNAM en el año de 2004, desarrolló en la comunidad de Emiliano Zapata en la Delegación Milpa Alta del Distrito Federal un *Programa de Educación Sexual* dirigido a jóvenes de nivel medio superior. El grupo deseaba saber si su trabajo tendría algún impacto; para ello aplicó una prueba de 45 reactivos antes de iniciar el programa (pre-test); una vez implementado aplicó nuevamente la misma prueba (post-test). En cada aplicación se determinó el número de errores de cada sujeto. Variable Independiente: Tiempo en relación con la aplicación del programa: a) Antes b) Después Variable dependiente: a) Número de errores

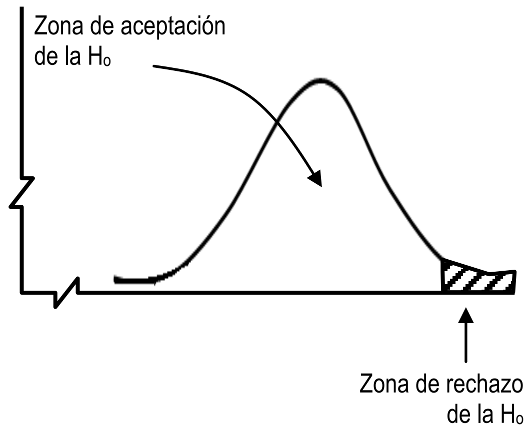
Segundo paso	Ejemplo
Verificar que se cumplan las condiciones para su aplicación (es decir, las condiciones para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas): - Nivel de medición de la variable dependiente de tipo cuantitativo. - Homogeneidad de varianzas. - Semejanza a la distribución normal.	Condiciones que presenta el problema de estudio: - Nivel de medición cuantitativo de tipo discreto. - Existe homogeneidad de varianzas. - El sesgo y la curtosis se encuentran dentro de los intervalos establecidos.

Tercer paso	Ejemplo
Planteamiento de una hipótesis estadística: Depende del tipo de contraste seleccionado: - Contraste bilateral. - Contraste unilateral a la derecha. - Contraste unilateral a la izquierda.	Hipótesis que se pretende probar a partir de un contraste bilateral: Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2$ Hipótesis Alternativa: $H_a = \mu_1 \neq \mu_2$ Donde: $\mu_1 = \mu_{antes}$ $\mu_2 = \mu_{después}$

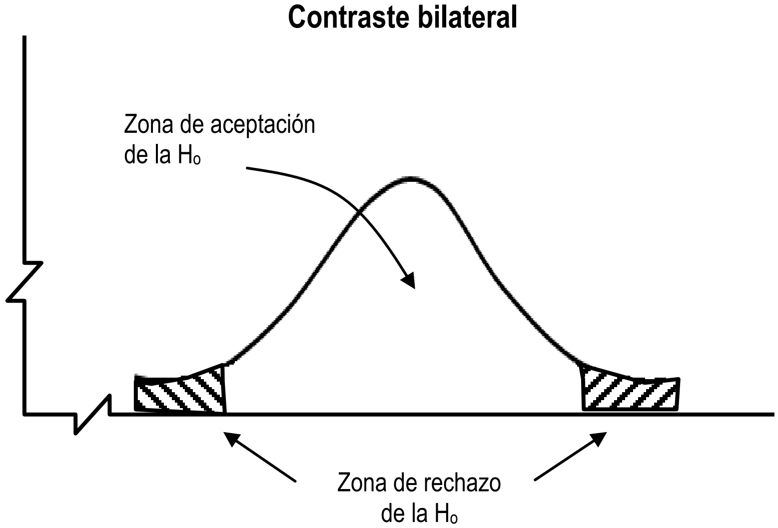
Contraste unilateral a la izquierda



Contraste unilateral a la derecha



Contraste bilateral



CUARTO PASO

Calcular los datos necesarios para aplicar la siguiente fórmula correspondiente a la prueba “t” de Student para muestras correlacionadas o apareadas:

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n\sum d^2 - (\sum d)^2}{n-1}}}$$

d = Diferencia entre puntuación antes y después.
n = Número de pares.
$\sum d$ = Sumatoria de diferencias.
$\sum d^{\,2}$ = Sumatoria de las diferencias al cuadrado.
$\sum d^2$ = Sumatoria de diferencias cuadráticas, es decir, cada una de las diferencia se eleva al cuadrado y se suman.

Datos

Jóvenes de nivel medio superior, según número de errores
Emiliano Zapata, Del. Milpa Alta, D.F.
2004

JÓVENES	ERRORES		DIFERENCIAS D	DIFERENCIAS CUADRÁTICAS d^2
	ANTES	DESPUÉS		
ALRC	15	10	05	$(05)^2$ = 025
PHG	20	09	11	$(11)^2$ = 121
FVA	15	15	00	$(00)^2$ = 000
GML	35	25	10	$(10)^2$ = 100
MELZ	40	24	16	$(16)^2$ = 256
MRE	45	35	10	$(10)^2$ = 100
ART	30	19	11	$(11)^2$ = 121
TGP	35	25	10	$(10)^2$ = 100
SUMATORIAS TOTALES			$\sum d$ = 73 $(\sum d)^2$ = 5329	$\sum d^2$ = 823

QUINTO PASO

Sustituir los datos calculados en la fórmula de la prueba “t” de Student para muestras correlacionadas o apareadas:

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n\sum d^2 - (\sum d)^2}{n-1}}}$$

Sustituyendo:

$$t = \frac{73}{\sqrt{\frac{(8)(823)-(5329)}{8-1}}} = 5.4519$$

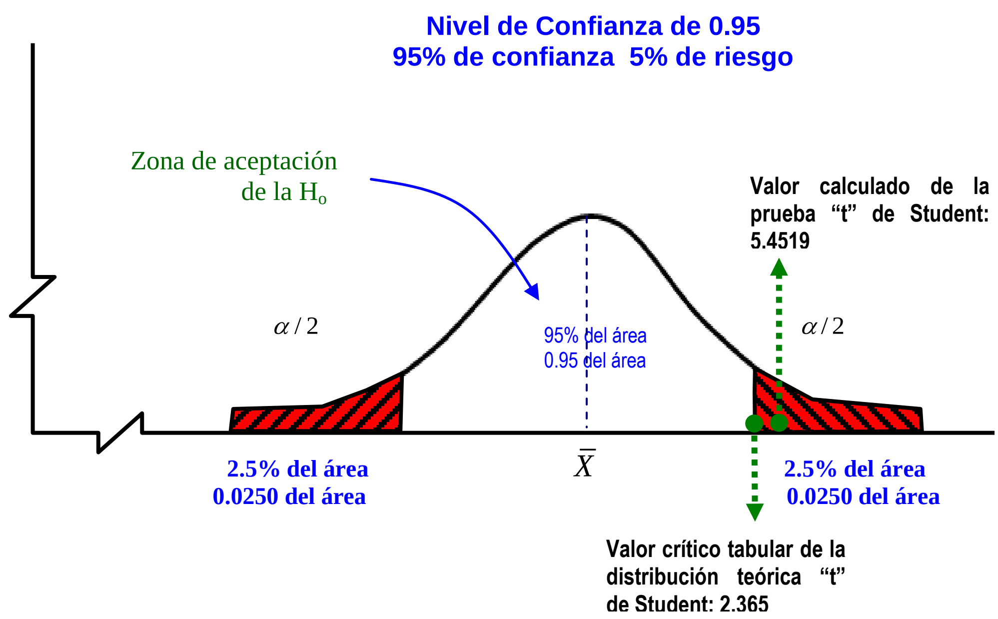
Valor de t $_{\text{calculada}}$= 5.4519

SEXTO PASO	**EJEMPLO**
Localizar el valor crítico tabular de la distribución teórica “t” de Student, a partir de las siguientes consideraciones: - Designar un nivel de significancia para prueba (α) - Calcular los grados de libertad mediante la fórmula: gl = n - 1 - A partir de los dos puntos anteriores localizar el valor crítico tabular de la distribución teórica “t” de Student.	Nivel de significancia: α = 0.05 o 5% Grados de libertad: 8-1= 7 Valor crítico tabular de la distribución teórica “t” de Student: 2.365

SÉPTIMO PASO	EJEMPLO
Comparar del valor “t” calculado con el valor “t” crítico tabular de la distribución teórica “t” de Student y generar, respecto a la hipótesis estadística en estudio dos conclusiones: una estadística y otra en términos del problema.	El valor crítico tabular de la distribución “t” que debe rebasarse para poder rechazar la hipótesis estadística nula es de <u>2.365</u>, en vista de que el valor calculado es de 5.4519 y rebasa dicho valor crítico tabular, se concluye que:
- Estadística	Se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia de 0.05, decir 95% de confianza y 5% de probabilidad de cometer un error. Hipótesis nula: $H_o = \mu_1 = \mu_2$ Hipótesis Alternativa: $H_a = \mu_1 \neq \mu_2$
- Del problema de investigación (no técnica)	Al menos para el grupo estudiado, puede considerarse que el número de errores que presentan los jóvenes de nivel medio superior en una prueba de conocimiento es diferente antes y después de la implementación del Programa de Educación Sexual.

A continuación se presenta de manera gráfica la decisión tomada respecto a la H_o en consideración a la distribución teorica "t" de Student y a la asignación de áreas de rechazo y aceptación de la misma. Al comparar el valor calculado con el valor crítico tabular (definido por el nivel de significancia y por el tipo de contraste establecido -es decir bilateral-) se puede observar que el valor calculado cae dentro del área de rechazo de ahí la decisión adoptada.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PRUEBA "t"
PARA MUESTRA CORRELACIONADAS O APAREADAS
CONTRASTE BILATERAL



3.4 PRUEBA DE DIFERENCIAS DE PROPORCIONES

Es aquella que permite determinar si existe diferencias estadísticamente significativas entre dos proporciones.

3.4.1 Procedimiento

Primer paso:

Identificar de variables de estudio.

Segundo paso:

Diseñar a través de la generación de un gráfico la distribución de datos y la comparación de proporciones.

Tercer paso:

Calcular medidas de resumen: Proporciones por grupo o muestra.

A través de las siguientes ecuaciones:

Proporción del primer grupo:

$$p_1 = \frac{f_1}{n_1} \qquad \text{y} \qquad q_1 = 1 - p_1$$

Donde:

p_1 = Proporción del primer grupo en comparación.

f_1 = Frecuencia del primer grupo en comparación

n_1 = Tamaño de muestra del primer grupo en comparación.

q_1 = Proporción complemento del primer grupo en comparación.

Proporción del segundo grupo:

$$p_2 = \frac{f_2}{n_2} \qquad \text{y} \qquad q_2 = 1 - p_2$$

Donde:

p_2 = Proporción del segundo grupo en comparación.

f_2 = Frecuencia del segundo grupo en comparación

n_2 = Tamaño de muestra del segundo grupo en comparación.

q_2 = Proporción complemento del segundo grupo en comparación.

Cuarto paso:

Verificar las siguientes condiciones:

1) $n_1 p_1 \geq 5$

2) $n_1 q_1 \geq 5$

3) $n_2 p_2 \geq 5$

4) $n_2 q_2 \geq 5$

Si cumplen las condiciones se aplica la prueba.

Quinto paso:

Plantear una hipótesis estadística:

Hipótesis nula: $H_0 = p_1 = p_2$

Hipótesis alternativa: $H_a = p_1 \neq p_2$

Hipótesis nula: $H_0 = p_1 = p_2$

Hipótesis alternativa: $H_a = p_1 > p_2$

Hipótesis nula: $H_0 = p_1 = p_2$

Hipótesis alternativa: $H_a = p_1 < p_2$

Sexto paso:

Aplicación de prueba estadística a través de Z_{obs}:

$$Z_{obs} = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}} \qquad Donde: \hat{p} = \frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2} \qquad y \qquad \hat{q} = 1 - \hat{p}$$

Donde:

Z_{obs} = Es el valor observado de Z, en referencia a la curva normal.

p_1 = Proporción del primer grupo en comparación.

q_1 = Proporción complemento del primer grupo en comparación.

p_2 = Proporción del segundo grupo en comparación.

q_2 = Proporción complemento del segundo grupo en comparación.

$\hat{p}$ = Proporción general de los grupos en comparación.

$\hat{q}$ = Proporción general complemento de los grupos en comparación.

n_1 = Tamaño de muestra del primer grupo en comparación.

n_2 = Tamaño de muestra del segundo grupo en comparación.

f_1 = Frecuencia del primer grupo en comparación.

f_2 = Frecuencia del segundo grupo en comparación.

Séptimo paso:

Comparación de Z_{obs} con $Z_{critico\ o\ tabular}$ al establecer un nivel de significacia.

En la tabla de área bajo la curva, al definir dos regiones extremas y simétricas que, en conjunto, valgan el nivel de significancia elegido.

Octavo paso:

Elaborar conclusiones: En términos estadísticos y en términos del problema.

3.4.2 Ejemplo

En una investigación sobre la aplicación de métodos de estudio de la materia de estadística, interesaba conocer la eficacia de los mismos a partir de la proporción de alumnos con calificaciones finales menores a ocho. Durante un semestre se aplicó el método de estadística CPI (Concepto-Procedimiento-Interpretación) a un grupo de 45 alumnos y el método ET (Estadística-Técnica) a un grupo de 40 estudiantes.

Al final del semestre se observó que de los alumnos que obtuvieron calificaciones menores a ocho 10 eran del método CPI y 15 del ET.

Primer paso:

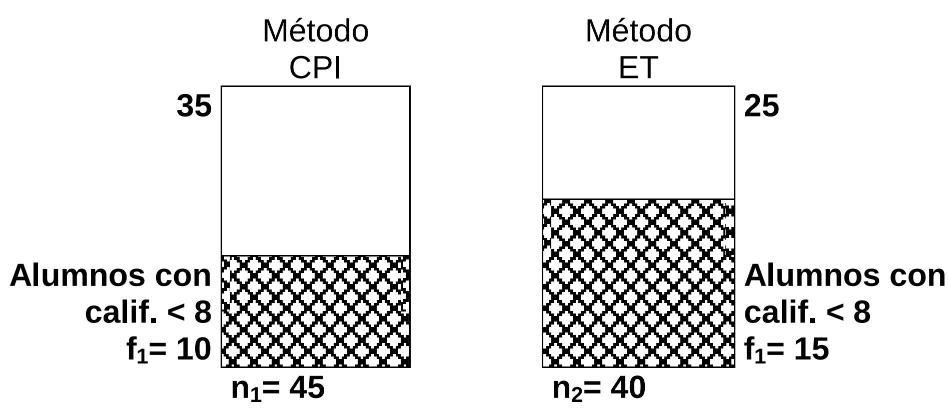
Identificar de variables de estudio.

Variable	Nombre y escalas	Nivel de Medición
Variable independiente	Tipo de método a) CPI b) ET	Cualitativa nominal con dos modalidades
Variable dependiente	Calificaciones a) Menores a ocho b) Mayores a ocho	Cualitativa nominal con dos modalidades

Segundo paso:

Diseñar a través de la generación de un gráfico la distribución de datos y la comparación de proporciones.

Diseño



Tercer paso:

Calcular medidas de resumen: Proporciones por grupo o muestra.

A través de las siguientes ecuaciones:

Proporción del primer grupo:

$$p_1 = \frac{f_1}{n_1} \qquad \text{y} \qquad q_1 = 1 - p_1$$

Donde:

p_1 = Proporción del primer grupo en comparación.

f_1 = Frecuencia del primer grupo en comparación.

n_1 = Tamaño de muestra del primer grupo en comparación.

q_1 = Proporción complemento del primer grupo en comparación.

Sustituyendo:

$$p_1 = \frac{f_1}{n_1} = \frac{10}{45} = 0.222 \qquad \text{y} \qquad q_1 = 1 - p_1 = 1 - 0.222 = 0.778$$

Proporción del segundo grupo:

$$p_2 = \frac{f_2}{n_2} \qquad \text{y} \qquad q_2 = 1 - p_2$$

Donde:

p_2 = Proporción del segundo grupo en comparación.

f_2 = Frecuencia del segundo grupo en comparación.

n_2 = Tamaño de muestra del segundo grupo en comparación.

q_2 = Proporción complemento del segundo grupo en comparación.

Sustituyendo:

$$p_2 = \frac{f_2}{n_2} = \frac{15}{40} = 0.375 \qquad \text{y} \qquad q_2 = 1 - p_2 = 1 - 0.375 = 0.625$$

Cuarto paso:

Verificar las siguientes condiciones:

1) $n_1 p_1 \geq 5$

2) $n_1 q_1 \geq 5$

3) $n_2 p_2 \geq 5$

4) $n_2 q_2 \geq 5$

Sustituyendo:

1) $n_1 p_1 \geq 5 = (45)(0.222) = 9.99$

2) $n_1 q_1 \geq 5 = (45)(0.778) = 35.01$

3) $n_2 p_2 \geq 5 = (40)(0.375) = 15.00$

4) $n_2 q_2 \geq 5 = (40)(0.778) = 31.12$

Se cumplen las condiciones para aplicar la prueba.

Quinto paso:

Planteamiento de hipótesis estadística:

$H_0 = p_1 = p_2$

$H_a = p_1 \neq p_2$

Sexto paso:

Aplicación de prueba estadística a través de Z_{obs}:

$$Z_{obs} = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}} \qquad Donde: \hat{p} = \frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2} \qquad y \qquad \hat{q} = 1 - \hat{p}$$

Donde:

Z_{obs} = Es el valor observado de Z, en referencia a la curva normal.

p_1 = Proporción del primer grupo en comparación.

q_1 = Proporción complemento del primer grupo en comparación.

p_2 = Proporción del segundo grupo en comparación.

q_2 = Proporción complemento del segundo grupo en comparación.

$\hat{p}$ = Proporción general de los grupos en comparación.

$\hat{q}$ = Proporción general complemento de los grupos en comparación.

n_1 = Tamaño de muestra del primer grupo en comparación.

n_2 = Tamaño de muestra del segundo grupo en comparación.

f_1 = Frecuencia del primer grupo en comparación.

f_2 = Frecuencia del segundo grupo en comparación.

Sustituyendo:

a) Primero: obtener las proporciones generales de los grupos en comparación.

$$\hat{p} = \frac{f_1 + f_2}{n_1 + n_2} = \hat{p} = \frac{10 + 15}{45 + 40} = 0.294 \qquad \hat{q} = 1 - \hat{p} = 1 - 0.294 = 0.706$$

b) Segundo: Obtener el valor Z_{obs} en la fórmula general.

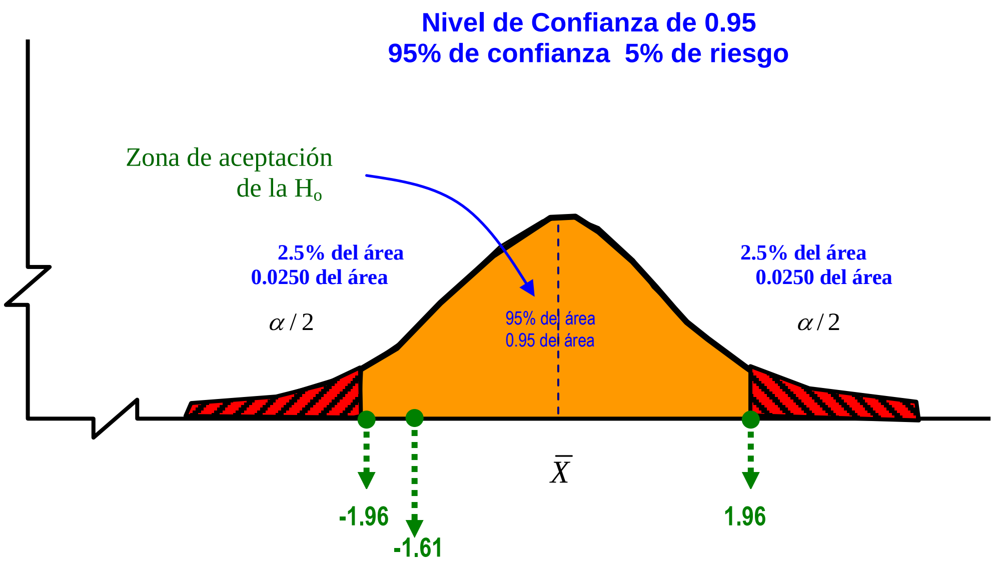
$$Z_{obs} = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}} = \frac{0.222 - 0.375}{\sqrt{0.294(0.706)\left[\frac{1}{45} + \frac{1}{40}\right]}} = \frac{-0.153}{0.094} = -1.61$$

Séptimo paso:

Comparación de Z_{obs} con $Z_{\text{critico o tabular}}$ al establecer un nivel de significacia. Para este caso es de 0.05. Es decir, 95% de confianza y 5% de probabilidad de cometer error.

En la tabla de área bajo la curva, al definir dos regiones extremas y simétricas que, en conjunto, valgan 0.05. Se encuentra que los valores Z valen –1.96 por el lado izquierdo y +1.96 por el lado derecho.

Representación grafica:



Octavo paso:

Conclusiones:

En términos estadísticos: Se acepta la hipótesis nula a un nivel de significancia de 0.05, es decir, 95% de confianza y 5% de riesgo.

En términos del problema: No existe diferencia estadísticamente significativa entre los métodos utilizados para la enseñanza de la estadística.

3.5 ANÁLISIS DE VARIANZA

El análisis de varianza ANOVA, es una prueba estadística de hipótesis nulas, que consiste en la comparación de las varianzas de los datos obtenidos de la observación de diferentes grupos con el fin de determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativas en los valores medios de los datos de cada grupo.

El análisis de varianza, es una prueba paramétrica que permite comparar tres o más grupos independientes.

Para su aplicación es necesario que se cubran las siguientes condiciones:

- Los grupos a comparar deben ser seleccionados aleatoriamente.

- Homoscedasticidad (homogeneidad de las varianzas de los grupos en todos los grupos)
- La variable dependiente en todos los grupos debe presentar una semejanza a la distribución normal.
- Nivel intervalar de la variable dependiente (discreta o continua)

La prueba ANOVA de una vía o factor (es decir, una sola variable independiente) se utiliza para probar una hipótesis basada en la media de tres o más grupos independientes.

Para calcular la prueba F se aplica la siguiente fórmula:

$$F = \frac{CM_{inter}}{CM_{intra}}$$

Donde:

CM_{inter}: es el cuadrado medio intergrupos
CM_{intra}: es el cuadrado medio intragrupos.

3.5.1 Procedimiento

Primer paso:
Suma de cuadrados total (SC_T):

$$SC_T = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}$$

Segundo paso:

Suma de cuadrados intergrupal (SC_{inter}):

$$SC_{inter} = \sum \frac{(\sum x)^2}{n} - \frac{(\sum x)^2}{N}$$

Tercer paso:

Suma de cuadrados intragrupal (SC_{intra}):

$$SC_{intra} = SC_T - SC_{inter}$$

Cuarto paso:

Calcular los cuadrados medios *(CM)* intra e intergrupos:

$$CM_{inter} = \frac{SC_{inter}}{gl_{inter}}$$

$$CM_{intra} = \frac{SC_{intra}}{gl_{intra}}$$

Quinto paso:

Calcular los grados de libertad intergrupos, intragrupos y total:

gl_{inter}= número de grupos (k) menos 1 (k-1)

gl_{intra}= suma de casos en cada grupo menos 1: (n_1 -1) + (n_2-1) + ... (n_k-1)

gl_T= número total de casos *(N)* menos 1 (N-1)

3.5.2 Ejemplo

Se desea probar el efecto del empleo de tres métodos de enseñanza de Estadística: CPI (Concepto-Procedimiento-Interpretación), ET (Estadística

Técnica) y C (combinando), para ello se asignó aleatoriamente 21 estudiantes en tres grupos de 7 cada uno. Cada grupo recibió capacitación con un método distinto. Al finalizar el semestre lectivo se aplicó una prueba de conocimientos. Los resultados fueron los siguientes:

X_1	X_2	X_3		X_1^2	X_2^2	X_3^2
12	6	18		144	36	325
18	4	17		324	16	289
16	14	16		256	196	256
8	4	18		64	16	324
6	6	12		36	36	144
12	12	17		144	144	289
10	14	10		196	196	100
$\sum x_1=82$	$\sum x_2=60$	$\sum x_3=108$		$\sum x_1^2=1068$	$\sum x_2^2=640$	$\sum x_3^2= 1727$
$\sum x_{1,2y3}=250$				$\sum x^2_{1,2y3}=3435$		
$n_1=7$	$n_2=7$	$n_3=7$		$\bar{X}_1=11.71$	$\bar{X}_2=8.57$	$\bar{X}_3=15.43$
N = 21				$\bar{X}_{1,2y3}=11.9$		

Para obtener los datos señalados en la tabla anterior es necesario:

a) Dado (X_1, X_2 y X_3), sumar los puntajes por grupo ($\sum x_1$, $\sum x_2$ y $\sum x_3$) así como el total de estas sumatorias ($\sum x_{1,2y3}$), posteriormente elevar al cuadrado cada una de las puntuaciones de cada grupo (X_1^2, X_2^2 y X_3^2) y sumar los puntajes elevados al cuadrado por grupo ($\sum X_1^2$, $\sum X_2^2$ y $\sum X_3^2$), al igual que en caso anterior obtener un total de esta sumatorias ($\sum x^2_{1,2y3}$).

b) Determinar el número de casos por grupo (n_1, n_2 y n_3) y la sumar de casos total de todos los grupos (N).

c) Obtener las medias por grupo ($\bar{X}_1, \bar{X}_2$ y $\bar{X}_3$) y el promedio total, es decir:

$$\bar{X}_{1,2y3} = \frac{\sum \bar{X}}{N}$$

Una vez completada la tabla anterior, es posible calcular la prueba F utilizando las fórmulas descritas anteriormente:

Primer paso:

Suma de cuadrados total (SC_T):

$$SC_T = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}$$

$$SC_T = 3435 - \frac{(250)^2}{21}$$
$$= 458.8$$

Segundo paso:

Suma de cuadrados intergrupal (SC_{inter}):

$$SC_{inter} = \sum \frac{(\sum x)^2}{n} - \frac{(\sum x)^2}{N}$$

$$SC_{inter} = \left\{ \frac{82^2}{7} + \frac{60^2}{7} + \frac{108^2}{7} \right\} - \frac{250^2}{21} = \left\{ \frac{6724}{7} + \frac{3600}{7} + \frac{11664}{7} \right\} - \frac{62500}{21}$$

SC_{inter}= 960.6 + 514.3 + 1666.3 - 2976.2

SC_{inter}= 3141.2 - 2976.2 = 165

Tercer paso:

Suma de cuadrados intragrupal (SC_{intra}):

$$SC_{intra} = SC_T - SC_{inter}$$

$$SC_{intra} = 458.8 - 165 = 293.8$$

Calcular los cuadrados medios (CM) intra e intergrupos:

$$CM_{inter} = \frac{SC_{inter}}{gl_{inter}}$$

$$CM_{intra} = \frac{SC_{intra}}{gl_{intra}}$$

$CM_{inter} = \frac{165}{2} = 82.5$ $\quad$ $CM_{intra} = \frac{293.8}{18} = 16.3$

Quinto paso:

Calcular los grados de libertad intergrupos, intragrupos y total:

gl_{inter}= número de grupos (k) menos 1 (k-1)

gl_{intra}= suma de casos en cada grupo menos 1: $(n_1 -1) + (n_2-1) + ... (n_k-1)$

gl_T= número total de casos (N) menos 1 (N - 1)

gl_{inter}. = 3 –1 = 2

gl_{intra} = (7-1) + (7-1) + (7-1) = 6 + 6 + 6 = 18

gl_T = 21-1=20

Finalmente calcular el valor de F:

$$F = \frac{CM_{\mathbf{inter}}}{CM_{intra}}$$

$$F = \frac{82.5}{16.3} = 5.06$$

Para una mejor comprensión de los datos calculados es importante concentrarlos en una tabla como la que se muestra a continuación:

Fuentes de variación	g/	Suma de cuadros	Cuadrado medio	F
Intergrupos	2	165	82.5	5.06
Intragrupos	**18**	**293.8**	16.3	
Total	20	458.8		

Toma de decisión:

Se debe encontrar el valor crítico de *F* en la tabla, para ello se tiene que identificar entre el cuadro medio intergrupos y el cuadrado medio intragrupos, cual es el mayor; en las columnas se debe buscar con los grados de libertad correspondientes al cuadro medio mayor; y en los renglones los grados de libertad del cuadro medio menor.

Se debe elegir un valor de acuerdo con el nivel de significancia elegido para la prueba de la H^o.

La regla de decisión para Análisis de Varianza es: si el valor calculado es mayor o igual al valor de la tabla, se rechaza la hipótesis nula.

El cuadrado medio mayor en este caso es el de intergrupos (CM_{inter}. = 82.5) con gl_{inter}.=2, y para el cuadrado medio menor, es el de intragrupos (CM_{intra} =16.3) con gl_{intra}=18, buscando en la tabla correspondiente se tiene, para 2 grados en las columnas y 18 grados de libertad en los renglones, a un nivel de significancia de 0.05, un valor de *F=3.55.*

El valor F calculado es mayor al de la tabla por lo que se rechaza la hipótesis nula, entonces: el nivel de conocimientos adquiridos en estadística es diferente entre el grupo que fue capacitado con el método CPI (Concepto-Procedimiento-Interpretación), el grupo que recibió el método ET (Estadística Técnica) y el grupo que estudió con el método C (combinando).

RESUMEN

En la presente unidad se abordan pruebas estadísticas de tipo paramétrico, es decir, aquellas que se aplican a distribuciones que asumen una semejanza a una curva normal. Se compara medias y proporciones tanto para muestras independientes, correlacionadas así como para dos o más muestras.

El uso de tales pruebas permiten generalizar los resultados, es decir, a partir de una muestra estimar el comportamiento de una población.

UNIDAD IV. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

INTRODUCCIÓN

En la presente unidad estudiarás pruebas estadísticas no paramétricas, es decir aquellas que no asumen una distribución semejante a la curva normal. Este tipo de procedimientos son complementarios a las pruebas revisadas en la unidad anterior y te permitirán comparar muestras tanto independientes como relacionadas.

Las pruebas estadísticas que estudiarás son la binomial, ji cuadrada, Kolmogorov - Smirnov, rangos con signos de Wilcoxon y U de Mann Whitney todas te permitirán aceptar o rechazar hipótesis y con ello tomar decisiones a partir de diferencias estadísticamente significativas.

OBJETIVO PARTICULAR

Al finalizar la presente unidad emplearás pruebas estadísticas no paramétricas con objeto de comprobar o rechazar hipótesis al comparar muestras independientes o relacionadas.

CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD IV. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS BÁSICAS

4.1. Prueba ji cuadrada

4.1.1 Procedimiento

4.1.2 Ejemplo

4.2 Prueba Kolmogorov- Smirnov

4.2.1 Procedimiento

4.2.2 Ejemplo

4.3 Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

4.3.1 Procedimiento

4.3.2 Ejemplo

4.4 Prueba U de Mann Whitney

4.4.1 Procedimiento

4.4.2 Ejemplo

DIAGRAMA CONCEPTUAL

4.1 PRUEBA JI CUADRADA

La ji cuadrada es una prueba estadística para variables cualitativas para determinar si dos variables son estadísticamente independientes o si, por el contrario, existe entre ellas alguna asociación.

Es una prueba estadística para variables cualitativas que resume la magnitud de asociación entre dos variables.

Fórmula:

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

4.1.1 Procedimiento

Primero paso:

Identificar las variables de interés que incluye el problema.

Segundo paso:

Calcular frecuencias esperadas.

$$f_e = \frac{(tmr)\ (tmc)}{tt}$$

Donde:

f_e = frecuencia esperada para una celdilla determinada

tmr = total marginal del renglón de dicha celdilla

tmc = total marginal de la columna de la misma celdilla

tt = total de casos de toda la tabla

Nota: Calcular f_e para cada una de las celdillas.

Tercer paso:

Planteamiento de hipótesis estadísticas:

H_o: $\boldsymbol{f_o} = \boldsymbol{f_e}$ (las variables son estadísticamente independientes o no hay asociación)

H_a: $\boldsymbol{f_o} \neq \boldsymbol{f_e}$ (las variables no son estadísticamente independientes o hay asociación)

Cuarto paso:

Cálculo del valor χ^2 mediante la fórmula:

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

$\boldsymbol{f_o}$ = frecuencia observada en una modalidad

$\boldsymbol{f_e}$ = frecuencia esperada en la misma modalidad

Quinto paso:

Comparar χ^2 calculada con un valor tabular (crítico) de χ^2. Para ello se debe encontrar la relación:

a) Grados de Libertad: g. l. = (columnas menos 1) (renglones menos 1); y

b) Nivel de significancia

Localizar en la tabla de la distribución de la Ji cuadrada el valor que represente los grados de libertad así como el nivel de significancia elegido.

Una vez encontrado el valor tabular compararlo con el valor observado y tomar una decisión.

Sexto paso:

Elaborar una conclusión en términos estadísticos y una más en términos del problema.

4.1.2 Ejemplo

Supóngase que en 1995 a un grupo de 100 niños de la Esc. Sec. Tec. 13 les fueron medidas simultáneamente dos variables: exposición crónica al plomo y desempeño escolar deficiente. Se desea saber si existe asociación o no entre las variables señaladas.

Primero paso:

Identificar las variables de interés que incluye el problema. Se trata de dos variables de tipo cualitativas de tipo nominal.

Segundo paso:

Calcular frecuencias esperadas.

$$f_e = \frac{(tmr)\,(tmc)}{tt}$$

Donde:

f_e = frecuencia esperada para una celdilla determinada

tmr = total marginal del renglón de dicha celdilla

tmc = total marginal de la columna de la misma celdilla

tt = total de casos de toda la tabla

Nota: Calcular f_e para cada una de las celdillas.

Casos de niños con desempeño escolar deficiente
según exposición crónica al plomo.
Esc. Sec. Tec. 13. 1995

Exposición crónica al plomo	***Desempeño escolar deficiente***		***Total***
	SI	**NO**	
SI	**(fo) 29**	**(fo) 21**	**50**
NO	**(fo) 21**	**(fo) 29**	**50**
Total	**50**	**50**	**100**

f_o= frecuencia observada.

a) Celda superior derecha

$$f_e = \frac{(tmr)\,(tmc)}{tt}$$

$$f_e = \frac{(50 - 50)^2}{100} = 25$$

b) Celda superior izquierda

$$f_e = \frac{(tmr)\ (tmc)}{tt}$$

$$f_e = \frac{(50 - 50)^2}{100} = 25$$

c) Celda inferior derecha

$$f_e = \frac{(tmr)\ (tmc)}{tt}$$

$$f_e = \frac{(50 - 50)^2}{100} = 25$$

d) Celda inferior izquierda

$$f_e = \frac{(tmr)\ (tmc)}{tt}$$

$$f_e = \frac{(50 - 50)^2}{100} = 25$$

Tercer paso:

Planteamiento de hipótesis estadísticas:

H_o: $\boldsymbol{f_o} = \boldsymbol{f_e}$ (las variables son estadísticamente independientes o no hay asociación)

H_a: $\boldsymbol{f_o} \neq \boldsymbol{f_e}$ ((las variables no son estadísticamente independientes o hay asociación)

Cuarto paso:

Cálculo del valor χ^2 mediante la fórmula:

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

f_o = frecuencia observada en una modalidad

f_e = frecuencia esperada en la misma modalidad

Para el ejemplo, los cálculos son los siguientes:

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(fo - fe)^2}{Fe} = \frac{(29-25)^2}{25} + \frac{(21-25)^2}{25} + \frac{(21-25)^2}{25} + \frac{(29-25)^2}{25} = 2.56$$

Quinto paso:

Comparar χ^2 calculada con un valor tabular (crítico) de χ^2. Para ello se debe encontrar la relación:

a) Grados de Libertad: g. l. = (columnas menos 1) (renglones menos 1)

g. l. = (2-1) (2-1)= 1

b) Nivel de significancia: 0.05

Localizar en la tabla de la distribución de la Ji cuadrada el valor que represente un grado de libertad con un nivel de significancia de 0.05. Así, el valor es de 3.84.

Una vez encontrado el valor tabular compararlo con el valor observado y tomar una decisión.

Sexto paso:

Conclusión:

En términos estadísticos:

En vista de que el valor de χ^2 calculada es de 2.56 y no rebasa el valor tabular crítico de 3.84, entonces se puede aceptar la H_o: $f_o = f_e$, a un nivel de significancia de 0.05, es decir, 95% de confianza y 5% de riesgo.

En términos del problema:

Con una probabilidad de cometer error de 5% puede afirmarse que no existe asociación entre la exposición crónica al plomo y el desempeño escolar deficiente.

4.2 PRUEBA KOLMOGOROV- SMIRNOV $(K - S)$

La prueba De Kolmogorov-Smirnov determina si las puntuaciones en una muestra pueden razonablemente provenir de una población que tiene una distribución teórica.

Determina si una muestra de tamaño n se distribuye la misma manera o presenta las mismas características que una población.

Esta prueba estadística muestra cuál es la máxima diferencia absoluta, $D_{máx}$, entre cualquier par correspondiente de frecuencias relativas acumuladas observadas y esperadas.

4.2.1 Procedimiento

Primer paso:

Calcular la Frecuencia Relativa Acumulada observada (FRA_o)

Segundo paso

Agrupar los valores de acuerdo a deciles, FRA_o (Frecuencia Relativa observada), FRA_e (Frecuencia Relativa esperada) y *D(Diferencia* FRA_o - FRA_e).

Tercer paso:

Establecer un contraste de hipótesis:

H_o= $FRA_o = FRA_e$ (La distribución muestral no difiere significativamente de la distribución poblacional)

Ha= FRAo $\neq$ FRAe (La distribución muestral difiere significativamente de la distribución poblacional)

Cuarto paso:

Retomar tamaño de muestra, establecer un nivel de significancia y localizar el valor que corresponde a en la tabla de la distribución de Kolmogorov Smirnov.

Regla de decisión:

$D_{máx}$ o valor crítico de la prueba debe ser debe ser mayor o igual al valor $D_{máx}$ observado o calculado para rechazar la hipótesis nula.

Quinto paso:

Toma de una decisión respecto a los valores encontrados.

4.2.2 Ejemplo.

Suponga que un profesor de bachillerato le aplica a su grupo de 25 alumnos una prueba estandarizada de estadística y obtiene los siguientes resultados:

56	58	40	77	87
75	61	70	73	71
66	69	67	68	60
72	73	61	64	66
84	72	52	65	67

El objetivo de esta prueba es comparar a al grupo de alumnos con los estándares nacionales. El manual de dicha prueba señala que los deciles de los puntajes, para alumnos de bachillerato, son los siguientes:

Primer paso:

Calcular la Frecuencia Relativa Acumulada observada (FRA_o)

Decil	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Puntaje	45.0	56.8	62.5	66.1	68.7	71.3	74.0	78.5	84.2
Valores acumulados	40	52,56	58,60,61, 61	64,65,6 6,66	67,67,68	69,70,71	72,72,73	75,77	84
FRA_o	$\frac{1}{25}=0.04$	$\frac{3}{25}=0.12$	$\frac{7}{25}=0.28$	$\frac{11}{25}=0.44$	$\frac{14}{25}=0.56$	$\frac{17}{25}=0.68$	$\frac{21}{25}=0.84$	$\frac{23}{25}=0.92$	$\frac{24}{25}=0.96$

Segundo paso

Agrupar los valores de acuerdo a deciles, FRA_o (Frecuencia Relativa observada), FRA_e (Frecuencia Relativa esperada) y *D(Diferencia* FRA_o - FRA_e).

TABLA DE REFERENCIA

Decil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	*Total*
FRA_o (observada)	0.04	0.12	0.28	0.44	0.56	0.68	0.84	0.92	0.96	1.0
FRA_e (esperada)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.0
D(Diferencia FRA_o - FRA_e)	0.06	0.08	0.02	0.04	0.06	0.08	0.14	0.12	0.06	0.00

Tercer paso:

Establecer un contraste de hipótesis:

H_o= FRA_o $=$ FRA_e (La distribución muestral no difiere significativamente de la distribución poblacional)

Ha= FRAo $\neq$ FRAe (La distribución muestral difiere significativamente de la distribución poblacional)

Cuarto paso:

Retomar el tamaño de muestra, establecer un nivel de significancia y localizar el valor que corresponde a en la tabla de la distribución de Kolmogorov Smirnov.

Considerar el tamaño de la muestra $n = 25$

Establecer un nivel de significancia: $a = 0.05$

Regla de decisión:

$D_{máx}$ o valor crítico de la prueba debe ser debe ser mayor o igual al valor $D_{máx}$ observado o calculado para rechazar la hipótesis nula.

Es decir:

$D_{máx}$ debe ser mayor o igual a 0,29408 para rechazar la hipótesis nula.

Quinto paso:

Tomar una decisión:

La distribución muestral no difiere significativamente de la distribución poblacional.

Las puntuaciones obtenidas en la prueba de estadística se distribuyen de manera muy semejante a los estándares nacionales.

4.3 PRUEBA DE RANGO CON SIGNOS EN PARES DE WILCOXON

Es una prueba estadística no paramétrica para comparar dos muestras independientes o relacionadas y determinar si existe o no diferencias estadísticamente significativas entre las o la variable a medir.

4.3.1 Procedimiento.

Primer paso:

Identificación de las variables.

Caso a) Muestras independientes: Existe una variable independiente de tipo cualitativo nominal con dos modalidades, ello origina la existencia de dos grupos diferentes, ajenos o independientes.

Existe una variable dependiente de tipo cualitativo continuo o discreto.

Caso b) Muestras correlacionadas: Existe una variable independiente de tipo cualitativo nominal con dos modalidades, ello origina la existencia de dos grupos relacionados.

Existe una variable dependiente de tipo cualitativo continuo discreto.

Es una alternativa para la prueba de “A” Sandler y “t” de Student, al saber que no se distribuye de manera normal.

Segundo paso:

Verificar que se cumplan las condiciones para aplicar la estadística no paramétrica:

a) Nivel de medición de tipo cuantitativo continuo o discreto.
b) No semejanza a la distribución normal.
c) Homoscedasticidad: Las variables pueden presentar o no homogeneidad de varianzas.

Tercer paso:

Planteamiento de la hipótesis estadística: Se pueden presentar tres opciones.

Hipótesis nula: $H_o = \sum R_+ = \sum R_-$

(La sumatoria de los rangos positivos es igual a la sumatoria de los rangos negativos)

Hipótesis Alternativa: $H_a = \sum R_+ \neq \sum R_-$

(La sumatoria de los rangos positivos es diferente a la sumatoria de los rangos negativos)

Hipótesis nula: $H_o = \sum R_+ = \sum R_-$

(La sumatoria de los rangos positivos es igual a la sumatoria de los rangos negativos)

Hipótesis Alternativa: $H_a = \sum R_+ > \sum R_-$

(La sumatoria de los rangos positivos es mayor a la sumatoria de los rangos negativos)

Hipótesis nula: $H_o = \sum R_+ = \sum R_-$

(La sumatoria de los rangos positivos es igual a la sumatoria de los rangos negativos)

Hipótesis Alternativa: $H_a = \sum R_+ < \sum R_-$

(La sumatoria de los rangos positivos es menor a la sumatoria de los rangos negativos)

Cuarto paso:

Cálculo de la Prueba de Rangos con Signos en Pares de Wilcoxon

a) Obtener diferencias absolutas

b) Asignar una rango a cada una de las diferencias de acuerdo a su posición general conservando su mismo signo.

c) Al encontrar puntuaciones "empatadas" o con el mismo valor se establece la misma posición al promediar sus lugares y conservando su mismo signo.

d) Verificar si no se cometieron errores de jerarquización o asignación de rangos a través de la siguiente ecuación:

$$\sum R_{+} + \sum R_{-} = \frac{n\,(n+1)}{2}$$

Donde:

$\sum R_{+}$= Sumatoria de rangos positivos (en valores absolutos)

$\sum R_{-}$ = Sumatoria de rangos negativos (en valores absolutos)

n= tamaño de la muestra.

Quinto paso:

Comparación de $Z_{\text{observado}}$ con $Z_{\text{tabular o crítico}}$ y evaluar la Hipótesis nula: $H_o = \sum R_{+} = \sum R_{-}$. Para ello es necesario establecer un nivel de significancia.

Para encontrar el valor de $Z_{\text{tabular o crítico}}$ es necesario revisar la tabla de la distribución Z y encontrar el valor correspondiente de acuerdo al nivel de significancia elegido.

Sexto paso:

Conclusión en términos estadísticos y en términos del problema de investigación.

4.3.2 Ejemplo.

Primer paso	Ejemplo
Identificación de las variables.	En una institución educativa se seleccionan al azar los estudiantes del

Caso a) Existe una variable independiente de tipo cualitativo nominal con dos modalidades, ello origina la existencia de dos grupos diferentes, ajenos o independientes. (El cual se revisa en este ejemplo). Existe una variable dependiente de tipo cualitativo continuo o discreto. Caso b) Existe una variable independiente de tipo cualitativo nominal con dos modalidades, ello origina la existencia de dos grupos relacionados. Existe una variable dependiente de tipo cualitativo continuo discreto.	mismo grado escolar que obtuvieron igual promedio de calificaciones en estadística. De este grupo, se forman 12 pares de estudiantes y se ubican en forma aleatoria en dos grupos, a los que se enseñará un tema nuevo de estadística con el método CPI (Concepto-Procedimiento-Interpretación) y con el método T (Tradicional), respectivamente para evaluar su aprendizaje.

Segundo paso	**Ejemplo**
Verificar que se cumplan las condiciones para aplicar estadística no paramétrica: a) Nivel de medición de tipo cuantitativo continuo o discreto. b) No semejanza a la distribución normal c) Homoscedasticidad: Las variables pueden presentar o no homogeneidad de varianzas.	Se cumple las condiciones para poder aplicar la Prueba de Rangos con Signos en Pares de Wilcoxon

Tercer paso	**Ejemplo**
Planteamiento de la hipótesis estadística: Hipótesis nula: $H_o= \sum R_+ = \sum R_-$ Hipótesis Alternativa: $H_a= \sum R_+ \neq \sum R_-$ Hipótesis nula: $H_o= \sum R_+ = \sum R_-$ Hipótesis Alternativa: $H_a= \sum R_+ > \sum R_-$	Hipótesis nula: $H_o=\sum R_+ = \sum R_-$ Hipótesis Alternativa: $H_a= \sum R_+ \neq \sum R_-$

Hipótesis nula: $H_o = \sum R_+ = \sum R_-$ Hipótesis Alternativa: $H_a = \sum R_+ < \sum R_-$	

Cuarto paso	Ejemplo
Cálculo de la Prueba de Rangos con Signos en Pares de Wilcoxon a) Obtener diferencias absolutas b) Jerarquizar las diferencias asignando su posición general conservando su mismo signo. c) Al encontrar puntuaciones "empatadas" o con el mismo valor se establece la misma posición al promediar sus lugares y conservando su mismo signo. d) Verificar si no se cometieron errores: $\sum R_+ + \sum R_- = \frac{n\,(n+1)}{2}$	Fórmula para Prueba de Rangos con Signos en Pares de Wilcoxon, con aproximación normal. Para n > 8, se emplea: $Z = \frac{\sum R_i - \mu_\omega}{\sigma_\omega}$ Donde: $\sum R_i$ = Suma del rango + o -. μ_ω = Media aritmética de los rangos. σ_ω = Desviación estándar de los rangos. Es decir: $\sigma_\omega = \sqrt{\frac{n\,(n+1)\,(2n+1)}{24}}$ $\mu_\omega = \frac{n\,(n+1)}{4}$

En la siguiente base de datos se calculará: diferencias absolutas entre los pares de datos, se jerarquizará tales diferencias y al encontrar puntuaciones empatadas se sacarán los promedios correspondientes conservando el mismo signo que se obtuvo al restar ambos pares.

12 PARES DE ESTUDIANTES CON EL MISMO PROMEDIO,
SEGÚN PUNTUACIONES OBTENIDAS EN MÉTODO DE ESTADÍSTICA “A” Y “B”
ENTS-UNAM, 2002

PAR	“ICP”	“T”	DEFERENCIA ICP - T	RANGO
1	20	25	- 5	-5.5
2	26	29	- 3	-1.5
3	31	28	3	1.5
4	42	37	5	5.5
5	35	40	- 5	-5.5
6	19	29	-10	-12
7	33	41	- 8	-10
8	38	43	- 5	-5.5
9	29	21	8	10
10	27	35	- 8	-10
11	40	47	- 7	- 8
12	37	41	- 4	- 3

Verificar si no se cometieron errores, se debe considerar a $\sum R_{+}$ + $\sum R_{-}$ como valores absolutos:

$$\sum R_{+} + \sum R_{-} = \frac{n\,(n+1)}{2}$$

(Recuerde que $\sum R_{+}$ + $\sum R_{-}$ se deben considerar como valores absolutos)

$\sum R_{+} = 61$
$\sum R_{-} = 17$

$$61 + 17 = \frac{12\,(12+1)}{2}$$

$$78 = 78$$

La jerarquización fue correcta.

Cálculo de la Prueba de rangos con signos en pares de Wilcoxon

Para n > 8, se emplea: $Z = \dfrac{\sum R_i - \mu_{\omega}}{\sigma_{\omega}}$

Donde:

$\sum R_i$ = Suma del rango + o -.

$\boldsymbol{\mu_\omega}$ = Media aritmética de los rangos.

$\sigma_{\boldsymbol{\omega}}$ = Desviación estándar de los rangos.

Es decir:

$$\sigma_\omega = \sqrt{\frac{n\,(n+1)\,(2n+1)}{24}}$$

$$\mu_\omega = \frac{n\,(n+1)}{4}$$

Sustituyendo:

$$\sigma_\omega = \sqrt{\frac{12\,(12+1)\,(2(12)+1))}{24}} = 12.74$$

$$\mu_\omega = \frac{12\,(12+1)}{4} = 39$$

$$Z = \frac{\sum R_i - \boldsymbol{\mu_\omega}}{\sigma_{\boldsymbol{\omega}}}$$

$$Z = \frac{61 - 39}{12.74} = \mathbf{1.72}$$

Quinto paso	Ejemplo
Comparación del Z $_{observado}$ con Z $_{tabular\ o\ crítico}$ y evaluar la Hipótesis nula: $H_o = \sum R_+ = \sum R_-$ Para encontrar el valor de Z $_{tabular\ o\ crítico}$ es necesario revisar la tabla de la distribución Z y encontrar el valor correspondiente de acuerdo al nivel de significancia elegido.	Z $_{observado}$= 1.72 Nivel de significancia: 0.05 Z $_{tabular\ o\ crítico}$ = 1.96

Sexto paso	Ejemplo
Conclusión en términos estadísticos y en términos del problema de investigación	En términos estadísticos: Aceptar la hipótesis nula $H_o = \sum R_+ = \sum R_-$ y rechazar la hipótesis alternativa $H_a = \sum R_+ \neq \sum R_-$ para un nivel de significancia de 0.05, es decir 95% de confianza y 5% de riesgo. En términos del problema: Al menos para el grupo analizado, puede considerarse que los métodos de enseñanza ICP y T conducen al mismo resultado; no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos.

4.4 PRUEBA DE LA U DE MANN- WHITNEY. PARA MUESTRAS GRANDES.

Esta prueba se emplea como alternativa de la parámetrica *t* de Student para comprobar la diferencia entre dos medias en dos muestras independientes.

Para la aplicación de esta prueba es indispensable que cada una de las poblaciones haya sido aleatoria y que no existan empates en los intervalos jerarquizados, aunque un número moderado de ellos no altera el resultado.

Por el teorema del límite central, una muestra grande tiende a distribuirse en forma normal, por lo que es posible utilizar el estadístico Z, definido por $\sum R_x$ y n_x, n_y,y un factor de corrección (0.5):

$$\mathbf{Z} = \frac{\sum R_x - 0.5 \{ n_x (n_x + n_y + 1)\}}{\sqrt{\dfrac{n_x\ n_y\ (n_x + n_y + 1)}{12}}}$$

* Valores positivos de Z implica que $X > Y$

* Valores negativos de Z implica que $X < Y$

4.4.1 Procedimiento

Primer paso:

Se jerarquizan las puntuaciones en una sola distribución, después se separan en las dos originales y se obtiene la suma de los rangos de cada una de ellas, o sea $\sum R_x$ y $\sum R_y$.

Segundo paso:

Cancular $Z_{critica}$ a partir de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Z} = \frac{\sum R_x - 0.5 \{ n_x (n_x + n_y + 1) \}}{\sqrt{\dfrac{n_x n_y (n_x + n_y + 1)}{12}}}$$

Donde:

$\sum R_x$= Sumatoria de los rangos de x.

n_x=Tamaño de muestra de x.

n_y=Tamaño de muestra de y.

Tercer paso:

Se establece un nivel de significancia, para determinar la $Z_{crítica}$ en la tabla de área bajo la curva normal o de puntuaciones z, con objeto de ser comparada con la $Z_{calculada}$.

Regla de decisión:

Si $Z_{calculada} \leq Z_{crítica}$ se rechaza la H_0.

Cuarto paso:

Elaborar conclusiones en términos estadísticos y en términos del problema.

4.4.2 Ejemplo

A dos grupos de sujetos, n_1= 23 (alcohólicos) y n_2= 24 (no alcohólicos), se les aplica una prueba que mide las habilidades psicomotrices, la que arroja los siguientes resultados.

X Grupo I	**Y** Grupo II
	42
37	41
35	41
35	40
34	39
34	38
30	37
29	37
28	36
27	35
27	35
26	33
25	32
25	32
24	31
23	30
22	29
21	28
20	27
19	26
19	25
18	24
14	22
14	20
n_x= 23	**n_y= 24**

Primer paso:

Se jerarquizan las puntuaciones en una sola distribución, después se separan en las dos originales y se obtiene la suma de los rangos de cada una de ellas, o sea $\sum R_x$ y $\sum R_y$.

R_X Grupo I	**R_Y** Grupo II
	47.0
40.0	45.5
37.5	45.5
35.0	44.0
33.0	43.0
28.5	42.0
26.5	40.0
24.5	40.0
22.5	37.5
20.0	35.0
20.0	35.0
17.5	32.0
15.0	30.5
15.0	30.5
12.5	28.5
11.0	26.5
9.5	24.5
8.0	22.5
7.0	20.0
5.5	17.5
5.5	15.0
3.5	12.5
1.5	9.5
1.5	3.5
n_x= 400.5	**n_y= 727.5**

Segundo paso:

Cancular $Z_{critica}$ a partir de la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{\sum R_x - 0.5 \{ n_x (n_x + n_y + 1)\}}{\sqrt{\dfrac{n_x \, n_y (n_x + n_y + 1)}{12}}}$$

Sustituyendo:

$$Z = \frac{400.5 - 0.5 \{ 23 (23 + 24 + 1)\}}{\sqrt{\dfrac{23 (24) (23 + 24 + 1)}{12}}}$$

$$Z = \frac{400.5 - 522}{\sqrt{2208}}$$

$$Z = -3.22$$

Tercer paso:

Se establece un nivel de significancia, es decir 0.05, para determinar la $Z_{crítica}$ en la tabla de área bajo la curva normal o de puntuaciones z, con objeto de ser comparada con la $Z_{calculada}$, y tomar una decisión bajo la siguiente regla si $Z_{calculada} \leq Z_{crítica}$ se rechaza la H_0.

Puesto que $Z_{crítica}$ es igual a ± 1.96 y $Z_{calculada}$ es igual a –3.22 entonces se rechaza la H_o, por tanto como $Z_{calculada}$ es negativa entonces $X < Y$.

Cuarto paso:

Elaborar conclusiones:

En términos estadísticos:

Se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia de 0.05, es decir, 95% de confianza y 5% de probabilidad de cometer un error.

En términos del problema:

Existen diferencias estadísticamente significativas respecto a las habilidades psicomotrices que presenta el Grupo I que es alcohólico y Grupo II que no lo es.

RESUMEN

Esta unidad aborda las principales pruebas estadísticas no paramétricas aplicables a problemas de tipo social respecto a muestras independientes o correlacionadas.

Se utiliza un método de paso por paso con objeto de conocer en primera instancia la metodología propia de cada prueba y en segundo lugar reforzar el aprendizaje con un ejemplo práctico.

Medidas como la binomial, ji cuadrada, Kolmogorov-Smirnov, prueba de signos en pares con rangos de Wilcoxon así como la U de Mann Whitney te permitirán analizar los problemas sociales de manera más integral al complementarlas con medidas estadísticas paramétricas.

GLOSARIO

Abscisa: se refiere al eje horizontal o eje ***X*** de una gráfica.

Análisis de datos: conjunto de operaciones lógicas o numéricas que se aplican a la información obtenida por medio de los instrumentos de recolección.

Analizar o inferir: etapa del método estadístico que proporciona los procedimientos para estimar las características de un grupo total (población), basándose en datos de un conjunto pequeño (muestra) de observaciones.

Beta (β): es la probabilidad de cometer un error de tipo II, es decir, no rechazar una hipótesis nula falsa.

Clasificación o valor *Z*: es el valor estándar básico con una media de cero y una varianza de 1: $Z = (x - \mu)/\sigma$.

Coeficiente de correlación: son mediciones descriptivas que muestran la dirección y grado de la relación entre dos variables. Expresión cuantitativa de la magnitud y dirección de una relación.

Confiabilidad: Capacidad que tiene un instrumento de arrojar los resultados equivalentes entre las respuestas, independientemente de quien lo aplique.

Contar: etapa del método estadístico donde los datos son sometidos a revisión, clasificación y cómputo numérico.

Correlación negativa: se indica cuando observaciones por arriba de la media de una variable tienden a asociarse con observaciones por debajo de la media en una segunda variable, y viceversa.

Correlación positiva: describe una relación bivariada entre dos variables en las que los valores de los sujetos tienden a ir juntos (a algún punto); aquellos que se clasifican arriba de la media en una variable probablemente también se clasificarán por arriba de la media en la segunda variable.

Covarianza: entre dos variables es el punto en el cual las dos variables en cuestión varían juntas. Cuando se dividen entre el producto de las desviaciones estándar de las dos variables, el cociente es el coeficiente de correlación de Pearson.

Cualitativa: la medición ocurre cuando los numerales asignados se usan como etiquetas o nombres más que para una cuantificación.

Cuantitativa: medición que asigna números a las observaciones reflejando la cantidad o grado que posee el atributo.

Cuartil: es uno de los tres puntos (Q_1, Q_2, Q_3) que parten la distribución en cuatro segmentos iguales Q_1 es el punto que divide el cuarto inferior de la distribución de los tres cuartos superiores; $Q_1 = P_{25}$, $Q_2 = P_{50}$, $Q_3 = P_{75}$. Percentil cuyo valor que indica su proporción es un múltiplo de 25. Primer cuartil es el percentil 25, segundo cuartil es la mediana, tercer cuartil es el percentil 75.

Curtosis: describe el grado en que las proporciones observadas difieren de las de la curva normal. Distribuciones con una proporción mayor de valores extremos tienen curtosis positiva (leptocúrtica); las que tienen menos valores extremos tienen curtosis negativa (platicúrticas).

Curva asimétrica en forma negativa: curva en la cual la mayor parte de los datos aparecen en los valores mayores, de modo que la curva se reduce hacia el extremo inferior del eje horizontal.

Curva asimétrica en forma positiva: curva en la cual la mayor parte de los datos aparecen en los valores menores del eje horizontal y la curva se reduce hacia el extremo superior.

Curva asimétrica: curva cuyos lados no coinciden si ésta se dobla por la mitad; es decir, una curva que no es simétrica.

Curva de campana: se refiere a una curva con forma de campana o normal.

Curva simétrica: curva cuyos lados coinciden si ésta se dobla a la mitad.

Dato de desviación: distancia del dato bruto con respecto de la media de su distribución.

Dato: Medidas que se realizan sobre los sujetos de un experimento.

Datos categóricos (o nominales): comprenden variables en las que las observaciones no tienen un rango u orden inherente o un continuo fundamental, por ejemplo, género, raza y trabajo son variables categóricas.

Datos independientes: se producen cuando cada observación no resulta afectada y no está relacionada con cualquier otra observación en el conjunto de datos.

Datos *z*: Dato transformado que designa a cuantas unidades de desviaciones estándar por arriba o por debajo de la media se encuentra de un dato.

Decil: Percentil cuyo valor que indica su proporción es un múltiplo de diez. Percentil 10 es el primer decil, percentil 20 es el segundo decil, etc.

Describir: etapa del método estadístico donde los datos se resumen en forma de medidas que permiten expresar las principales propiedades o características numéricas de los datos.

Desviación estándar (σ o S): es una media de variabilidad o de las diferencias individuales entre un conjunto de valores. En una distribución normal, cerca de dos tercios de los valores estarán dentro de una desviación estándar a partir de la media.

Desviación: Tamaño de la diferencia entre un dato y la media.

Distribución binomial: distribución de probabilidad que surge al cumplirse cinco condiciones: (1) existe una serie de N ensayos; (2) en cada ensayo sólo hay dos posibles resultados, (3) en cada ensayo, los dos resultados posibles son mutuamente excluyentes; (4) los resultados de cada ensayo son independientes entre sí; y (5) la probabilidad de cada resultado posible en cualquier ensayo es la misma de un ensayo a otro. La distribución binomial proporciona a cada resultado posible de los N ensayos y la probabilidad de obtener cada uno de estos resultados.

Distribución de frecuencias acumuladas: número de datos que caen por debajo del límite superior real de cada intervalo.

Distribución de frecuencias relativas: proporción del número total de datos que aparecen en cada intervalo.

Distribución de frecuencias: lista de valores de datos y su frecuencia de aparición.

Distribución de porcentajes acumulados: porcentaje de datos que caen por debajo del límite superior real de cada intervalo.

Distribución *f* central: es la distribución de la razón *f* cuando las muestras vienen de la misma población, es decir, cuando la hipótesis nula es cierta.

Distribución *f*: se describe como la razón de dos estimaciones de varianza cuando se muestrea de poblaciones con la misma varianza.

Distribución normal o curva normal: es una distribución en forma de campana simétrica que forma la base de muchas estadísticas inferenciales. Una multitud de distribuciones atribuidas que ocurren de manera natural y varias distribuciones de muestras se aproximan a la curva normal.

Distribuciones empíricas: son distribuciones basadas en observaciones reales.

Distribuciones leptocúrticas: son curvas en forma de campana simétricas que tienen colas más gruesas y son más picudas que la curva normal.

Distribuciones normales bivariadas: tienen valores *y* distribuidos normalmente (o residuos) para cada nivel (columna) de *x* y las varianzas de los residuos son constantes para todos los valores de *x.*

Efecto de regresión: se refiere al fenómeno de que los sujetos que se desvían marcadamente de la media, cuando se vuelven a medir, tiende a regresar o clasificar más cerca de la media del grupo.

Error alfa: es un error de tipo I, es decir, rechazo de una hipótesis nula cuando es cierta.

Error beta: es un error tipo II aceptar una hipótesis nula cuando ésta es falsa.

Error de medición: es la diferencia entre un valor obtenido y un valor verdadero debido a factores no controlados.

Errores tipo I: Decisión de rechazo de la hipótesis nula cuando ésta es verdadera. La proporción de errores de tipo I se controla adoptando un nivel alfa apropiado.

Errores tipo II: Decisión de aceptación de la hipótesis nula cuando esta es falsa. La proporción de errores tipo II disminuye aumentando el tamaño de la muestra, aumentando el valor de *a* y varias otras consideraciones del diseño.

Escala de medición de intervalo: Se aplica a datos que, además de clasificarse y ordenarse (como los de la escala ordinal), se puede saber con exactitud el tamaño (la cantidad) de la diferencia entre ellos.

Escala de medición de razón: Datos que admiten un cero absoluto o verdadero. Esta escala posee todas las características de la escala de intervalo y, además, proporciona la certeza de que existe una concordancia entre el dato y el hecho real.

Escala nominal de medición: se usan valores como etiquetas o nombres. Las variables categóricas representan escalas nominales.

Escala ordinal: sus mediciones presuponen un continuo fundamental y proporcionan datos en la forma de rangos. Esto implica que un número mayor indica una cantidad o grado más grande del atributo medido que lo que indica un número más bajo, pero las diferencias entre rangos pueden no ser iguales.

Estadística de distribución libre (o no paramétricas): en ellas no se hacen suposiciones con respecto a la distribución de las observaciones en la población o sus parámetros (como la prueba *t*) no se hacen suposiciones con respecto a los parámetros de población o de la forma de la distribución.

Estadística descriptiva: es la rama de la estadística que incluye resumir, organizar y mostrar los datos de una población. Es la rama de la estadística que recolecta, recuenta, presenta y describe un conjunto de datos.

Estadística inferencial: es aquella rama de la estadística que hace planteamientos acerca de los atributos de la población utilizando probabilidades basadas en muestras aleatorias.

Estadística: es aquella que se ocupa de los métodos y procedimientos para recoger, clasificar, resumir, hallar regularidades y analizar los *datos*, siempre y cuando la variabilidad e *incertidumbre* sea una causa intrínseca de los mismos; así como de realizar *inferencias* a partir de ellos, con la finalidad de ayudar a la toma de *decisiones* y en su caso formular *predicciones*.

Estadísticas (o estadísticas inferenciales): son medidas basadas en datos de la muestra; se usan para estimar los parámetros correspondientes de la población.

Estimaciones puntuales: son estimaciones numéricas específicas de los parámetros de la población. Por ejemplo $\bar{X}$ es una estimación puntual de μ.

Estudio correlacional: no mide variables sino la relación que se establece entre ellas.

Estudio descriptivo: Tipo de investigación cuya finalidad es mostrar la manera en que ocurre el problema; cuantifica la o las variables que estudia.

Estudio explicativo: tipo de investigación que no se limita a describir un fenómeno, sino que proporciona un modelo teórico que incluye las leyes con las cuales ocurre tal fenómeno.

Estudio exploratorio: tipo de investigación cuya finalidad es de corto alcance.

Eventos mutuamente excluyentes: dos eventos que no pueden ocurrir al mismo tiempo; es decir, la ocurrencia de uno impide la ocurrencia de otro.

Experimento factorial: Experimento en el cual se evalúan los efectos de dos o más factores y los tratamientos utilizados son combinaciones de los niveles de los factores.

Frecuencia: Número de veces que se repite un elemento en una unidad de registro.

Generalización: se refiere a si los resultados basados en los datos de la muestra pueden aplicarse a la población.

Grados de libertad (***v***): es una propiedad matemática de un conjunto de datos que está relacionada con el número de restricciones impuestas a los datos. Número de datos que pueden variar libremente al calcular un estadígrafo.

Gráfica de dispersión: es un conjunto de puntos en un plano *xy*, cada uno de los cuales indica simultáneamente el desempeño de un sujeto tanto en la variable *x* u horizontal como en la variable *y* o vertical.

Heterogenidad de la varianza: indica que las varianzas de las poblaciones designadas difieren.

Hipótesis direccional: especifica a priori la dirección de una diferencia en un parámetro. En las pruebas de una cola se emplean hipótesis direccionales.

Hipótesis no direccional: se utilizan dos pruebas inferenciales de dos colas en las que la hipótesis nula puede ser rechazada por cualquier resultado no aleatorio en cualquiera de las dos direcciones. (Para una prueba direccional, la hipótesis nula sólo puede ser rechazada si la diferencia está en al dirección especificada con anterioridad.)

Hipótesis: es una afirmación que especifica un valor numérico para un parámetro. Suposición sujeta a prueba. Enunciado que intenta captar lo que rige el desarrollo de un hecho que se pretende comprender.

Ho (**hipótesis estadística nula**): es una afirmación que especifica un valor numérico para un parámetro de población.

Homogeneidad de la varianza: prevalece cuando las varianzas de la población que se comparan no difieren.

Inducción: Razonamiento o método lógico que parte de enunciados particulares y concluye con enunciados universales.

Interacción entre dos factores: existe cuando los efectos de los niveles del factor *a* dependen de los niveles del factor *b*, es decir, los efectos de los factores *a* y *b* no son aditivos.

Intercepción de la regresión: es la constante aditiva en la ecuación de regresión para predecir *y* a partir de *x.*

Intervalo de confianza 0.95 (o IC 0.95): especifica un rango de valores dentro del cual el parámetro objetivo reside en 95% de las aplicaciones.

Investigación científica: es el proceso sistemático, controlado, empírico y crítico, de proposiciones hipotéticas sobre las presumidas relaciones entre fenómenos naturales y sociales**.**

***Ji* cuadrada:** es una prueba estadística para determinar si las proporciones obtenidas en varias categorías difieren significativamente de las proporciones esperadas, si la hipótesis nula fuera cierta.

Límites de confianza: consiste de un límite inferior y un límite superior entre los que se presume que cae el parámetro objetivo. Valores que establecen la frontera del intervalo de confianza.

Línea de regresión: es la línea recta de "mejor ajuste" para predecir valores de criterio (y) bisecta el enjambre de puntos que componen la gráfica de dispersión, conectando de esta forma las medias del criterio predichas para todos los valores de x.

Media (o media aritmética): es el promedio aritmético de un conjunto de valores. Suma de los datos dividida entre el número de los mismos. Es aquel valor que tendrían todos los datos de una serie si estos fueran de igual valor.

Media principal: es la media de todas las observaciones en un conjunto de datos.

Mediana: es el punto medio de una distribución de valores; precisamente la mitad de valores cae arriba de la mediana; también se le llama percentil 50 o $Q2$. Es aquel valor que divide a una serie de datos en dos partes de igual tamaño.

Medición: es un proceso por el que se asignan números (o cuantificaciones) a las observaciones.

Moda: es el valor (o categoría) con la mayor frecuencia de ocurrencia.

Mu (μ): es la media de la población.

Nivel alfa (∝) o nivel de significancia: riesgo permitido a priori de un error tipo I; por ejemplo: $\propto$=.05. Nivel de probabilidad establecido por un investigador al inicio de un experimento para limitar la probabilidad de cometer error de Tipo I.

Observaciones relacionadas (o apareadas): ocurre cuando los valores que componen dos conjuntos de datos están apareados.

Ordenada: es el eje vertical o de una gráfica bidimensional.

Parámetro: es una característica o atributo de la población. Número calculado sobre los datos de una población, que cuantifica una característica de una población,

Percentil: Valor sobre la escala de medida, debajo del cual cae un porcentaje dado de los datos en la distribución. Es aquel valor que divide a una serie de datos en partes porcentualmente complementarias.

Población: todos lo miembros, elementos, observaciones o valores que se ajustan a un criterio específico. Conjunto completo de individuos, objetos o datos en cuyo estudio esta interesado un investigador.

Poder: es la probabilidad de rechazar una hipótesis nula cuando es falsa; poder es igual a $1 - \beta$.

Probabilidad de una estadística calculada: es la probabilidad de obtener un valor tan grande o más grande que la estadística calculada si la hipótesis nula fuera cierta; se denota por el símbolo, *p*. cuando $p<a$, h_o se rechaza.

Probabilidad: es la posibilidad de ocurrencia, expresada como proporción.

Prueba de bondad de ajuste: es una prueba para determinar si una distribución empírica de observaciones difiere significativamente de una distribución teórica. Una prueba de normalidad es una prueba de bondad de ajuste.

Prueba de dos colas: están asociadas con hipótesis no direccionales y permiten rechazar a la hipótesis nula para cualquier resultado no aleatorio (mientras que para una prueba de una cola o direccional, la hipótesis nula sólo puede ser rechazada si la diferencia está en la dirección especificada previamente)

Prueba de hipótesis: es un tipo de estadística inferencial para evaluar la credibilidad de la hipótesis (estadística) nula. Incluye establecer una hipótesis nula y un nivel alfa, calcular una prueba estadística y su probabilidad, y rechazar o aceptar la hipótesis nula.

Prueba *F:* es una prueba estadística que se usa principalmente par determinar si dos o más medias de los grupos difieren significativamente. También se usa para determinar si dos varianzas de muestras difieren significativamente.

Prueba *t* de Student : es el procedimiento de prueba de hipótesis para determinar si dos medias de grupo difieren significativamente. También se usa para determinar si una media sola (x) difiere significativamente de un valor establecido para µ o si un coeficiente de correlación difiere de cero.

Prueba *Z*: es un procedimiento de prueba de hipótesis para determinar si dos estadígrafos difieren significativamente. En contraste con la prueba *t*, la prueba *z* requiere que se conozcan las varianzas de la población.

Pruebas de una cola: están asociadas con hipótesis direccionales y colocan la región crítica (a) en la cola positiva de la distribución del muestreo. Cuando se usan de manera apropiada, las pruebas de una cola son más poderosas que las pruebas de dos colas.

r de Pearson: Medida de la forma en que una pareja de datos ocupa posiciones iguales o opuestas dentro de sus propias distribuciones.

Región critica para el rechazo de la hipótesis nula: área debajo de la curva que contiene a todos los valores del estadístico y que permite el rechazo de la hipótesis nula.

Regresión es un procedimiento estadístico para predecir el desempeño en variables de criterio de una o más variables predictoras.

Regresión múltiple: es un procedimiento estadístico para predecir el desempeño en variables de criterio a partir de dos o más variables predictoras.

Relaciones curvilíneas entre pares de variables: se indican cuando los enjambres de puntos que componen la gráfica de dispersión tienden a seguir una curva, más que una línea recta.

Sesgo negativo: describe distribuciones simétricas en las que la mediana excede a la media; la cola de la distribución es hacia los valores bajos.

Sesgo positivo: describe distribuciones asimétricas en las que la media excede la mediana; los valores "se alargan" hacia los valores altos.

Sesgo: describe la falta de simetría en una distribución. Es una tendencia sistemática para una estadística inferencial al ser consistentemente más grande o más pequeña que el parámetro de población correspondiente.

Significancia estadística: quiere decir que la probabilidad de la estadística obtenida, si la hipótesis nula fuera cierta, es menor que alfa ($p<\alpha$), el nivel de significancia establecido. Por lo tanto, la hipótesis nula se rechaza como insostenible y se dice que los resultados son estadísticamente significativos.

Tablas de contingencia: son arreglos bidimensionales que muestra las frecuencias de la celda, es decir, el número de observaciones que caen en las categorías de los subgrupos formadas al cruzar los niveles de la variable de fila con los niveles de la variable de columna.

Tendencia central de una distribución: se refiere al valor medio, típico o promedio; la mediana, moda y media son medidas de tendencia central.

Teorema del limite central: estipula que la distribución de la medias de la muestra (x) se aproxima a una distribución normal a medida que el tamaño de la muestrea, n, aumenta, sin importar la forma de la población origen.

Valor(es) crítico(s): de la prueba estadística es el punto en el que o por arriba del cual la hipótesis nula puede rechazarse. Valor del estadístico que acota a la región crítica.

Variabilidad: se refiere al grado de heterogeneidad en los datos.

Variable continua: variable que, teóricamente, puede asumir un número infinito de valores entre las unidades adyacentes de una escala. Son aquellas que adquirir valores numéricos decimales o fraccionados.

Variable dependiente: es el resultado o variable criterio que está relacionada con cambios en la variable independiente. Variable en un experimento, medida por un investigador, para determinar el efecto de una variable independiente.

Variable discreta: variable para la cual no existen valores posibles entre las unidades adyacentes en una escala. Son aquellas que adquieren valores numéricos enteros.

Variable independiente: es la variable manipulada (el predictor) para determinar sus efectos (predicciones) sobre la variable dependiente. Variable de un experimento que es controlada en forma sistemática por el investigador.

Variables dicotómicas: Son aquellas que están compuestas de sólo dos categorías distintas.

Variables: son características o atributos que dan las observaciones que difieren. Cualquier propiedad o característica de algún evento, objeto o persona, que puede tener diversos valores en diversos instantes, según las condiciones.

Varianza o media cuadrada: es el valor promedio de la desviación al cuadrado. La raíz cuadrada de la varianza es la desviación estándar.

Z de Fisher: es una transformación de *r* que tiene una distribución de muestreo aproximadamente normal sin tener en cuenta a *p* o *n*.

PREGUNTAS FRECUENTES

¿Qué es la investigación científica?

Es el proceso sistemático, controlado, empírico y critico, de proposiciones hipotéticas sobre las presumidas relaciones entre fenómenos naturales**.**

¿Qué es la investigación social?

Es un proceso sistemático, controlado, empírico y critico de aseveraciones hipotéticas sobre las posibles relaciones sociales que presentan los sujetos en lo individual y/o en lo colectivo.

¿Qué es la estadística?

Es aquella disciplina que se ocupa de los métodos y procedimientos para recoger, clasificar, resumir, hallar regularidades y analizar los *datos*, siempre y cuando la variabilidad e *incertidumbre* sea una causa intrínseca de los mismos; así como de realizar *inferencias* a partir de ellos, con la finalidad de ayudar a la toma de *decisiones* y en su caso formular *predicciones.*

¿Cuál es el objeto de la estadística?

Resumir los datos más destacados de los elementos que componen un conjunto, logrando así aprehender más fácilmente su contenido.

¿Qué es la estadística descriptiva?

Es la rama de la estadística que recolecta, recuenta, presenta y describe un conjunto de datos.

¿Qué es la estadística inferencial?

Es aquella que proporciona los métodos para estimar las características de un grupo total (población), basándose en datos de un conjunto pequeño (muestra) de observaciones.

¿En que se relacionan la investigación social y la estadística?

Son procesos de constante exploración y descubrimiento, de carácter universal, con esquemas metodológicos que permiten el estudio minucioso de los fenómenos sociales.

UNIDAD II

¿Qué es un estadigráfo?

Es una función definida sobre los valores numéricos de una muestra. Es cualquier índice numérico calculado para una muestra.

¿Qué es un parámetro?

Es función definida sobre los valores numéricos de características medibles de una población. Es un índice numérico sobre los datos de una población, que cuantifica una característica de la población.

¿Qué es una distribución muestral?

Es el conjunto de todos los valores que ese estadístico tomaría si pudiéramos calcularlo en todas la posibles muestras de tamaño N de una población. Es un conjunto de valores sobre un estadístico calculado de todas las muestras posibles de determinado tamaño.

¿Qué es una hipótesis?

El enunciado teórico supuesto, no verificado pero probable y referente a variables o relaciones entre variables.

¿Qué es una hipótesis de investigación?

Son proposiciones tentativas acerca de la posible relación entre dos o más variables.

¿Cómo se clasifican las hipótesis?

En hipótesis de investigación, nula, alternativa y estadístisca.

¿Qué es una hipótesis de investigación?

Son proposiciones tentativas acerca de la posible relación entre dos o más variables.

¿Qué es una hipótesis de nula?

Son aquellas que refutan o niegan la hipótesis de investigación. Establece una afirmación acerca del valor de ciertos parámetros poblacionales y por lo general se expresa como la negación de una relación posible entre la variable independiente y la dependiente.

¿Qué es una hipótesis alternativa?

Son posibilidades “alternas” ante las hipótesis de investigación y nula. La hipótesis alternativa se manifiesta acerca del valor de ciertos parámetros poblacionales y se expresa de modo que contradice la hipótesis nula.

¿Qué es una hipótesis estadística?

Son la transformación de las hipótesis de investigación, nulas y alternativas en símbolos estadísticos.

¿Para que sirve la estadística inferencial?

Para estimar parámetros y probar hipótesis.

¿Qué es una prueba de hipótesis?

Es una técnica mediante la cual se contrastan los resultados derivados de realizar operaciones matemáticas propias de cada prueba con los valores críticos de la distribución muestral correspondientes, y se decide si se puede rechazar, dentro de determinados limites de probabilidad, la hipótesis nula, que postula que los resultados son debidos al azar.

¿Cuáles son los tipos de errores que se pueden cometer en estadística inferencial?

Error alfa (α) o tipo I y error beta (β) o tipo II.

¿En qué consiste el error tipo alfa?

Es un error de tipo I, es decir, rechazo de una hipótesis nula cuando es cierta.

¿En qué consiste el error tipo beta?

Un error tipo II; es decir, aceptar una hipótesis nula cuando ésta es falsa.

UNIDAD III

¿Cuáles son las propiedades de la curva normal?

1) Es un polígono de frecuencias; 2) Es unimodal; 3) Es asintótica; 4) Es simétrica; 5) Tienen segmentos unitarios denominados desviaciones estándar; 6) Tiene puntuaciones continuas denominadas puntuaciones z; 7) El área bajo la curva equivale a 1 o 100%, 8) La media, moda y mediana coinciden en un mismo punto.

¿Qué es la estadística paramétrica?

Es aquel procedimiento estadístico inferencial que se aplica a distribuciones que asumen una semejanza a la curva normal.

¿Cuáles son las condiciones para aplicar estadística paramétrica?

Nivel de medición de las variables de tipo cuantitativo, semejanza a la curva normal y homoscedasticidad de las varianzas.

¿Qué es el sesgo y la curtosis?

El sesgo se define como la falta de simetría en una distribución. La curtosis: describe como el grado en que las proporciones observadas difieren de las de la curva normal.

¿Qué es la homoscedasticidad?

Es la homogeneidad o no de las varianzas de determinadas muestras.

¿Cuál es la definición de la prueba "t" de Student?

La prueba *t* de Student es una técnica de análisis estadístico utilizada para probar si dos poblaciones tienen la misma media en una determinada variable.

¿Cuál es la definición de la prueba de análisis de varianza?

Es una prueba estadística de hipótesis nulas, que consiste en la comparación de las varianzas de los datos obtenidos de la observación de diferentes grupos con el fin de determinar si existen o no diferencias estadísticamente significativas en los valores medios de los datos de cada grupo.

UNIDAD IV

¿Qué es la estadística no paramétrica?

Es aquel procedimiento estadístico inferencial que se aplica a distribuciones que no asumen una semejanza a la curva normal.

¿Cuáles son las condiciones para aplicar estadística no paramétrica?

1) Nivel de medición cuantitativo o cualitativo, 2) No semejanza a la curva normal, 3) Igualdad de varianzas indistinta.

¿Cuál es la definición de la prueba binomial?

Es una distribución de probabilidad que surge al cumplirse cinco condiciones: (1) existe una serie de N ensayos; (2) en cada ensayo hay sólo dos posibles resultados; (3) en cada ensayo, los dos resultados posibles son mutuamente excluyentes; (4) los resultados de cada ensayo son independientes entre sí y (5) la probabilidad de cada resultado posible en cualquier ensayo es la misma de un ensayo a otro.

¿Cuál es la definición de la prueba Ji Cuadrada?

Es una prueba estadística para variables cualitativas para determinar si dos variables son estadísticamente independientes o si, por el contrario, existe entre ellas alguna asociación.

¿Cuál es la definición de la prueba Kolmogorov-Smirnov?

Es aquella que determina si las puntuaciones en una muestra pueden razonablemente provenir de una población que tiene una distribución teórica.

¿Cuál es la definición de rango con signo de Wilcoxon?

Es una prueba estadística no paramétrica para comparar dos muestras independientes o relacionadas y determinar si existe o no diferencias estadísticamente significativas entre la o las variables a medir.

¿Cuál es la definición de la U de Mann Whitney?

Es una prueba estadística no paramétrica que permite comprobar la diferencia entre dos medias en dos muestras independientes.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Unidad I

- ELORZA, Haroldo, *Estadística para las ciencias sociales y del comportamiento*, Oxford University Press, México, 2000.
- GARRIDO LUQUE, Alicia, ALVARADO ESTRAMINA, José Luis. *Técnicas de análisis estadístico en ciencias sociales*. Servicio de publicaciones. Universidad Complutense. España. 1995.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar, *Metodología de la investigación*, McGraw-Hill, México, 2003.
- HOLGUÍN, F. *Estadística descriptiva aplicada a las ciencias sociales,* México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales-UNAM, 1981.
- RITCHEY Ferris J. *Estadística para las ciencias sociales, El potencial de la imaginación estadística*, México. Mc Graw Hill. 2004.

Unidad II

- ELORZA, Haroldo, *Estadística para las ciencias sociales y del comportamiento*, Oxford University Press, México, 2000.
- GARRIDO LUQUE, Alicia, ALVARADO ESTRAMINA, José Luis. *Técnicas de análisis estadístico en ciencias sociales*. Servicio de publicaciones. Universidad Complutense. España. 1995.
- GONICK, Larry y SMITH, Woollcott, *La estadística en cómic*, Zendrera Zariquiey, España, 1999.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar, *Metodología de la investigación*, McGraw-Hill, México, 2003.
- PAGANO, R. Robert, *Estadística para las ciencias del comportamiento*, Thomson Internacional Editores, México, 1999.
- REYNAGA O., J. DE GARAY G. B. y GARCÍA R. J. *Módulo Preparatorio. Unidad de Bioestadística,* Depto. de Medicina Social, Preventiva y Salud Pública. Facultad de medicina UNAM, México. 1980.

Unidad III

- ELORZA, Haroldo, *Estadística para las ciencias sociales y del comportamiento,* Oxford University Press, México, 2000.
- GARRIDO LUQUE, Alicia, ALVARADO ESTRAMINA, José Luis. *Técnicas de análisis estadístico en ciencias sociales*. Servicio de publicaciones. Universidad Complutense. España. 1995.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar, *Metodología de la investigació*n, McGraw-Hill, México, 2003.
- PAGANO, R. Robert, *Estadística para las ciencias del comportamiento*, Thomson Internacional Editores, México, 1999.
- RITCHEY Ferris J. *Estadística para las ciencias sociales, El potencial de la imaginación estadística*, México. Mc Graw Hill. 2004.

Unidad IV

- ELORZA, Haroldo, *Estadística para las ciencias sociales y del comportamiento,* Oxford University Press, México, 2000.
- GARRIDO LUQUE, Alicia, ALVARADO ESTRAMINA, José Luis. *Técnicas de análisis estadístico en ciencias sociales.* Servicio de publicaciones. Universidad Complutense. España. 1995.
- LEACH C. *Fundamentos de estadística; enfoque no paramétrico para ciencias sociales,* México, Limusa, 1982.
- PAGANO, R. Robert, *Estadística para las ciencias del comportamiento*, Thomson Internacional Editores, México, 1999.
- REYNAGA O., J. DE GARAY G. B. y GARCÍA R. J. *Módulo Preparatorio. Unidad de Bioestadística*, Depto. de Medicina Social, Preventiva y Salud Pública. Facultad de medicina UNAM, México. 1980.
- RITCHEY Ferris J. *Estadística para las ciencias sociales, El potencial de la imaginación estadística*, México. Mc Graw Hill. 2004.
- SIEGEL, S. *Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias sociales*, Trillas, México, 2001.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- GLASS, G. *Métodos estadísticos aplicados a las ciencias sociales*, México, Prentice Hall, 1986.
- GUERRERO, V. *Estadística básica para estudiantes de economía y otras ciencias sociales*, México, Fondo de Cultura Económica, 1989.
- LEVIN, J. *Fundamentos de estadística en la investigación social*. Harla, México, 1992.
- MATEOS J. *Estadística en investigación social: ejercicios resultados*. Paraninfo, España, 1989.
- Mc GUIGAN, F. *Psicología experimental: enfoque metodológico*, México, Trillas, 1983.
- NÚÑEZ DEL PRADO A. *Estadística básica para planificación*, México, Siglo XXI, 1990.
- PÉREZ, B. *Estadística para las ciencias sociales*, México, UAM-Iztapalapa, 1992.

Anexos