



INSTITUTO DE
ADMINISTRACIÓN
PÚBLICA DEL ESTADO
DE CHIAPAS, A.C.

MAESTRIA EN ADMINISTRACIÓN Y POLÍTICAS PÚBLICAS
ESTADÍSTICA ADMINISTRATIVA
Mtro. Enrique Antonio Paniagua Molina.

CONTROL DE LECTURA 3

Capítulo 10

"Análisis de los datos cuantitativos"

ERIKA HERNÁNDEZ LUGO

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE DATOS

Básicamente el procedimiento del análisis se centra en la interpretación de los resultados de los métodos de análisis cuantitativo y no en los procedimientos de cálculo.

Actualmente **El análisis cuantitativo** de los datos se lleva a cabo por computadora u ordenador. Son contadas las personas lo hace de forma manual, en especial si hay un volumen considerable de datos. Por otra parte, casi en todas las instituciones de educación media y superior, centros de investigación, empresas y sindicatos se dispone de sistemas de cómputo para archivar y analizar datos.

El **análisis de los datos** se efectúa sobre **la matriz de datos** utilizando un programa computación.

Para este procedimiento se siguen varios pasos:

FASE 1	Seleccionar un programa estadístico en computadora para analizar los datos
FASE 2	Ejecutar el programa: SPSS, Minítab, Stats, SAS u otro equivalente.
FASE 3	Explorar los datos: a) Analizar descriptivamente los datos por variable. b) Visualizar los datos por variable.
FASE 4	Evaluar la confiabilidad y validez logradas por el instrumento de medición.
FASE 5	Analizar mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas (análisis estadístico inferencial).
FASE 6	Realizar análisis adicionales.
FASE 7	Preparar los resultados para presentarlos (tablas, gráficas, cuadros, etcétera)

A continuación mencionaré lo más importante por cada fase.

FASE 1: seleccionar un programa de análisis

PASO 1. Existen diversos programas para analizar datos. En esencia su funcionamiento es muy similar.

- I. Una parte de **definiciones de las variables**, que a su vez explican los datos (los elementos de la codificación ítem por ítem) y
- II. La otra parte, **la matriz de datos**; una vez recolectados los datos, es definir los parámetros de la matriz de datos en el programa (nombre de cada variable en la matriz —que equivale a un ítem, reactivo, categoría o subcategoría de contenido u observación—, tipo de variable o ítem, ancho en dígitos, etc.) e introducir los datos en la matriz, la cual es como cualquier hoja de cálculo.

Asimismo, recordemos que la matriz tiene columnas (variables o ítems), filas o renglones (casos) y celdas (intersección entre una columna y un renglón). Cada celda contiene un dato (que significa un valor de un caso en una variable).

Ejemplo de matriz de datos, con 3 variables y 4 casos:

Caso	Columna 1 (género)	Columna 2 (color de pelo)	Columna 3 (edad)
1	1	1	35
2	1	1	29
3	2	1	28
4	2	4	33

Programas más importantes para el análisis de datos.

- Statistical Package for the Social Sciences o Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (**SPSS®**)

Este programa, desarrollado en la Universidad de Chicago, es uno de los más difundidos. Contiene todos los análisis estadísticos que se describen en el capítulo.

Como ocurre con todos los programas o softwares, **SPSS** constantemente se actualiza con versiones nuevas en inglés y español. Asimismo, cada año surgen textos o manuales acordes con las nuevas versiones. Por eso es poco práctico mencionar referencias porque su actualización es permanente.

- **Minitab®** Es un paquete que goza de popularidad por su relativamente bajo costo.

Incluye un considerable número de pruebas estadísticas, y cuenta con un tutorial para aprender a utilizarlo y practicar; además, es muy sencillo de manejar.

Minitab tiene un sitio web (<http://www.minitab.com/>) en la cual se puede acceder a un archivo muestra del programa. Para comenzar a utilizarlo, se abre una sesión (la cual es definida con nombre y fecha), y se abre una matriz u hoja de trabajo (worksheet) (en la parte superior de la pantalla aparece la sesión y en la parte inferior se presenta la matriz). Se definen las variables (C -columnas-): nombre, formato (numérico, texto, fecha/tiempo), ancho (en dígitos), su descripción y orden de los valores. Los renglones o filas son casos. Los análisis realizados aparecen en la sesión (parte o pantalla superior) y las gráficas se reproducen en recuadros.

- **SAS** (Sistema de Análisis Estadístico).

Fue diseñado en la Universidad de Carolina del Norte. Es muy poderoso y su utilización se ha incrementado notablemente. Es un paquete muy completo para computadoras personales que contiene una variedad considerable de pruebas estadísticas.

Paso 2: ejecutar el programa.

En el caso de **SPSS y Minitab**, ambos paquetes son fáciles de usar, pues lo único que hay que hacer es solicitar los análisis requeridos seleccionando las opciones apropiadas. Obviamente antes de tales análisis, se debe verificar que el programa "**corra**" o funcione en nuestra computadora. Comprobado esto, comienza la ejecución del programa y la tarea analítica.

Paso 3: explorar los datos

En esta etapa, inmediata a la ejecución del programa, se **inicia el análisis**.

Esta etapa es relativamente sencilla, porque:

- 1) formulamos la pregunta de investigación que pretendemos contestar,
- 2) visualizamos un alcance (exploratorio, descriptivo, correlacional y/o explicativo),
- 3) establecimos nuestras hipótesis (o estamos conscientes de que no las tenemos),
- 4) definimos las variables,
- 5) elaboramos un instrumento (conocemos qué ítems miden qué variables y qué nivel de medición tiene cada variable —nominal, ordinal, de intervalos o razón—) y
- 6) recolectamos los datos. Sabemos qué deseamos hacer, es decir, tenemos claridad.

Las variables de matriz de datos.

Son columnas o ítems.

Las variables de la investigación son las propiedades medidas y que forman parte de las hipótesis o que se pretenden describir (género, edad, actitud hacia el presidente municipal, inteligencia, duración de un material, etc.).

En ocasiones, **las variables de la investigación** requieren un único ítem para ser medidas, pero en otras se necesitan varios ítems para tal la finalidad.

Habrá que diferenciar muy bien estas variables, por son cuestiones muy distintas y es recurrente confundirlas.

Cuando una variable de la investigación está integrada por diversas variables de la matriz o ítems suele denominársele **variable compuesta** y su puntuación total es el resultado de adicionar los valores de los reactivos que la conforman. Tal vez el caso más claro lo es la escala Likert, donde se suman las puntuaciones de cada ítem y se logra la calificación final.

Los análisis de los datos dependen de tres factores:

- a) El nivel de medición de las variables.
- b) La manera como se hayan formulado las hipótesis.
- c) El interés del investigador.

El investigador busca, en primer término:

- I. describir sus datos y posteriormente efectuar análisis estadísticos para relacionar sus variables. Es decir, **realiza análisis de estadística descriptiva** para cada una de las variables de la matriz (ítems) y
- II. Luego para cada una de las variables del estudio,
- III. finalmente aplica estadística para probar sus hipótesis.

El análisis no deberá ser indiscriminado, cada método tiene su razón de ser y un propósito específico; por ello, no deben hacerse más análisis de los necesarios. **La estadística no es un fin en sí misma, sino una herramienta para evaluar los datos.**

Estadística descriptiva para cada variable

La primera tarea es describir los datos, los valores o las puntuaciones obtenidas para cada variable.

¿cómo pueden describirse estos datos? Esto se logra al describir la distribución de las puntuaciones o frecuencias de cada variable.

¿Qué es una distribución de frecuencias? Una distribución de frecuencias es un conjunto de puntuaciones ordenadas en sus respectivas categorías

A veces, las categorías de las distribuciones de frecuencias son tantas que es necesario resumirlas.

¿Qué otros elementos contiene una distribución de frecuencias?

Las distribuciones de frecuencias pueden completarse **agregando los porcentajes**¹ de casos en cada categoría, los **porcentajes válidos** (excluyendo los valores perdidos) y los **porcentajes acumulados**² (porcentaje de lo que se va acumulando en cada categoría, desde la más baja hasta la más alta).

Al elaborar el reporte de resultados, una distribución se presenta con los elementos más informativos para el lector y la descripción de los resultados o un comentario.

FORMAS PARA PRESENTARSE LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

- Las distribuciones de frecuencias, especialmente cuando utilizamos los porcentajes, pueden presentarse en forma de **histogramas o gráficas** de otro tipo.

En la actualidad se dispone de una gran variedad de programas y paquetes computacionales que elaboran cualquier gráfica, a colores, utilizando efectos de movimiento y en tercera dimensión.

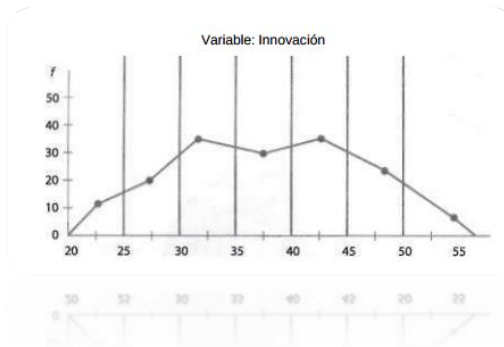
- **Polígonos de frecuencias** Relacionan las puntuaciones con sus respectivas frecuencias, por medio de gráficas útiles para describir los datos.

Los polígonos de frecuencias representan curvas útiles para describir los datos. Nos indican hacia dónde se concentran los casos (personas, organizaciones, segmentos de contenido, mediciones de polución, etc.) en la escala de la variable.

Ejemplo de polígono de frecuencias.

¹ Las columnas porcentaje y porcentaje válido son iguales (mismas cifras o valores) cuando no hay valores perdidos; pero si tenemos valores perdidos, la columna porcentaje válido presenta los cálculos sobre el total menos tales valores.

² El porcentaje acumulado constituye lo que aumenta en cada categoría de manera porcentual y progresiva (en orden descendente de aparición de las categorías), tomando en cuenta los porcentajes válidos.



Pero además del polígono de frecuencias, deben calcularse las medidas de tendencia central* y de variabilidad* o dispersión*. Pero...

¿Qué son las medidas de tendencia central?

Las medidas de tendencia central son puntos en una distribución, los valores medios o centrales de ésta, y nos ayudan a ubicarla dentro de la escala de medición.

Las principales medidas de tendencia central son tres: **MODA; MEDIANA Y MEDIA.**

El nivel de medición de la variable determina cuál es la medida de tendencia central apropiada.

1. **La moda** es la categoría o puntuación que ocurre con mayor frecuencia. Se utiliza con cualquier nivel de medición.
2. **La mediana** es el valor que divide la distribución por la mitad. Esto es, la mitad de los casos caen por debajo de la mediana y la otra mitad se ubica por encima de la mediana. La mediana refleja la posición intermedia de la distribución. La mediana es una medida de tendencia central propia de los niveles de medición ordinal, por intervalos y de razón. No tiene sentido con variables nominales, porque en este nivel no hay jerarquías ni noción de encima o debajo. Asimismo, la mediana es particularmente útil cuando hay valores extremos en la distribución.
3. **La media** es la medida de tendencia central más utilizada y puede definirse como el promedio aritmético de una distribución. Se simboliza como \bar{X} , y es la suma de todos los valores dividida entre el número de casos. Es una medida solamente aplicable a mediciones por intervalos o de razón. Carece de sentido para variables medidas en un nivel nominal u ordinal.

¿Cuáles son las medidas de la variabilidad?

Las medidas de la variabilidad indican la dispersión de los datos en la escala de medición y responden a la pregunta: ¿dónde están diseminadas las puntuaciones o los valores obtenidos?

Las medidas de tendencia central son valores en una distribución y las medidas de la variabilidad son intervalos que designan distancias o un número de unidades en la escala de medición.

Las medidas de la variabilidad más utilizadas son: **A) Rango, B) desviación estándar y C) varianza.**

A) El rango, también llamado **recorrido**, es la diferencia entre la puntuación mayor y la puntuación menor, e indica el número de unidades en la escala de medición que se necesitan para incluir los valores máximo y mínimo. Se calcula así: $XM - Xm$ (puntuación mayor, menos puntuación menor).

Ej. Si tenemos los siguientes valores: 17 18 20 20 24 28 28 El rango será: $33 - 17 = 16$. Cuanto más grande sea el rango, mayor será la dispersión de los datos de una distribución.

B). La desviación estándar o típica es el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media. Esta medida se expresa en las unidades originales de medición de la distribución. Se interpreta en relación con la media. Cuanto mayor sea la dispersión de los datos alrededor de la media, mayor será la desviación estándar. Se simboliza con: s o la sigma minúscula σ y su fórmula esencial es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}}$$

Todas las desviaciones cuadradas, se divide entre el número total de puntuaciones, y a esta división se le saca raíz cuadrada. La desviación estándar se interpreta como cuánto se desvía, en promedio, de la media un conjunto de puntuaciones.

La desviación estándar sólo se utiliza en variables medidas por intervalos o de razón.

C). La varianza: es la desviación estándar elevada al cuadrado y se simboliza s^2 . Es un concepto estadístico muy importante, muchas de las pruebas cuantitativas se fundamentan en él. Diversos métodos estadísticos parten de la descomposición de la varianza. Sin embargo, con fines descriptivos se utiliza preferentemente la desviación estándar.

¿Cómo se interpretan las medidas de tendencia central y de la variabilidad?

Para interpretarlos, lo primero que hacemos es tomar en cuenta el rango potencial de la escala

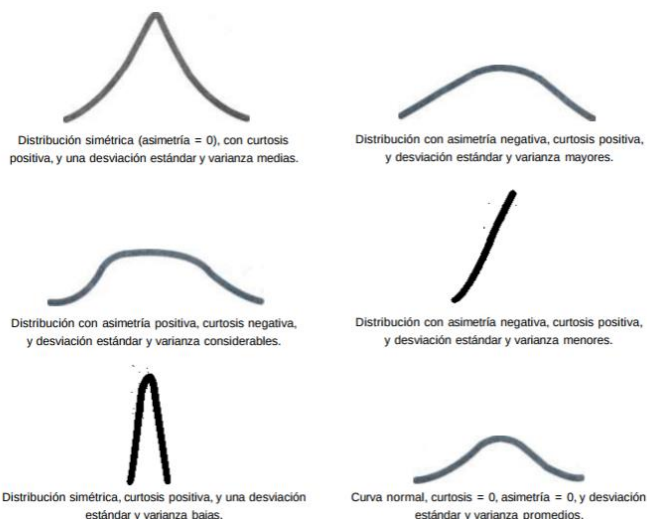
También existen otras estadísticas descriptivas: **la asimetría y la curtosis**.

Los polígonos de frecuencia suelen representarse como curvas para que puedan analizarse en términos de probabilidad y visualizar su grado de dispersión. Los dos elementos mencionados son esenciales para estas curvas o polígonos de frecuencias.

- **La asimetría** es una estadística necesaria para conocer cuánto se parece nuestra distribución a una distribución teórica. Llamada curva normal y constituye un indicador del lado de la curva donde se agrupan frecuencias. Si es cero (asimetría = 0), la curva o distribución es simétrica. Cuando es positiva, quiere decir que hay más curva normal y que valores agrupados hacia la izquierda de la curva (por debajo de constituye un indicador la media). Cuando es negativa, significa que los valores tienden agruparse hacia la derecha de la curva (por encima de la que agrupan mas. media)
- **La curtosis** es un indicador de lo plana o "picuda" que es una curva. Cuando es cero (curtosis = 0), significa que puede tratarse de una curva normal. Si es positiva, quiere decir que la curva, la distribución o el polígono es más "picuda(o)" o elevada(o). Si la curtosis es negativa, indica que es más plana la curva.

La asimetría y la curtosis requieren mínimo de un nivel de medición por intervalos.

Ejemplos de curvas o distribuciones y su interpretación.



La mayoría de estos programas y paquetes estadísticos computacionales pueden realizar el cálculo de las estadísticas descriptivas, cuyos resultados aparecen junto al nombre respectivo de éstas, muchas veces en inglés.

Español	Inglés	Español	Inglés
Estadística	Mode	Varianza	Varíance
Moda	Median	Máximo	Máximum
Mediana	Mean	Mínimo	Mínimum
Media	Standard	Rango	Range
Desviación estándar	deviation	Asimetría	Skewness
		Curtosis	Kurtosis

También es posible analizar su distancia respecto a la media, en unidades de desviación estándar, llamada **PUNTUACION Z**.

Una **puntuación z** nos indica la dirección y el grado en que un valor individual obtenido se aleja de la media, en una escala de unidades de desviación estándar. Son el método más comúnmente utilizado para estandarizar la escala de una variable medida en un nivel por intervalos. Su fórmula es: **$Z = \frac{X - \bar{X}}{s}$**

Puntuación z Medida que indica la dirección y el grado en que un valor individual se aleja de la media, en una escala de unidades de desviación estándar. donde X es la puntuación o el valor a transformar, \bar{X} es la media de la distribución y s es la desviación estándar de ésta.

El resultado z es la puntuación transformada en unidades de desviación estándar.

Razones y tasas.

Una razón es la relación entre dos categorías y el número total de observaciones.

Una tasa es la relación entre el número de casos, frecuencias o eventos de una categoría y el número total de observaciones, multiplicada por un múltiplo de 10, generalmente 100 o 1000. La fórmula es:

$$\text{Tasa} = \frac{\text{Número de eventos durante un periodo}}{\text{Número total de eventos posibles}} \times 100 \text{ o } 1\,000$$

$$\text{Ejemplo: } \frac{\text{Número de nacidos vivos en la ciudad}}{\text{Número de habitantes en la ciudad}} \times 1000$$

$$\text{Tasa de nacidos vivos en Santa Lucía: } \frac{10\,000}{300\,000} \times 1\,000 = 33.33$$

Paso 4: evaluar la confiabilidad y validez lograda por el instrumento de medición.

Determinamos las puntuaciones o valores obtenidos por los casos (participantes, objetos, etc.) en cada ítem, tomado individualmente. Algunos ítems constituyen variables (o dicho al revés, hay variables con un solo ítem). Otros ítems, agrupados, miden una misma variable y deben constituir una escala para poder juntarse o sumarse (tener las mismas categorías o alternativas de respuesta), ahora se debe demostrar que tales escalas fueron confiables y válidas en la investigación.

La confiabilidad.

1. **Medida de estabilidad** (confiabilidad por test-retest). Que se calcula aplicando a los participantes la misma prueba dos veces y luego obteniendo un coeficiente de correlación entre las puntuaciones de ambas aplicaciones.

2. **Método de formas alternativas o paralelas.** Que se calcula a través de un coeficiente de correlación entre los resultados de dos pruebas supuestamente equivalentes.

3 **Método de mitades partidas**, que se calcula por medio de un coeficiente de relación entre las puntuaciones de las mitades del instrumento (se correlacionan los resultados de una mitad del instrumento con resultados de la otra mitad, aparentemente equivalente).

4. **Medidas de coherencia interna.** Coeficientes de confiabilidad alfa de Cronbach (α) y los coeficientes KR-20 y KR-21.

Todos estos coeficientes oscilan entre 0 y 1, donde un coeficiente de 0 significa nula confiabilidad y 1 representa un máximo de confiabilidad (confiabilidad total). Incluso en el capítulo 9 se visualizó este continuo. No hay una regla que indique: a partir de este valor no hay fiabilidad del instrumento. Más bien, el investigador calcula su valor, lo reporta y lo somete a escrutinio de los usuarios del estudio u otros investigadores.

Pero se dice de manera general que si obtengo 0.25 en la correlación o coeficiente, esto indica baja confiabilidad; si el resultado es 0.50, la confiabilidad es media o regular. En cambio, si supera el 0.75 es aceptable, y si es mayor a 0.90 es elevada, para tomar muy en cuenta.

Entre más información se proporcione sobre la confiabilidad, el lector se forma una idea más clara sobre su cálculo y las condiciones en que se demostró.

La validez

La **evidencia de la validez** de criterio se produce al correlacionar las puntuaciones³ de los participantes, obtenidas por medio del instrumento, con sus valores logrados en el criterio.

La evidencia de la validez de criterio se obtiene mediante **el análisis de factores**. Tal método nos indica cuántas dimensiones integran a una variable y qué ítems conforman cada dimensión.

La confiabilidad se obtiene en **Minitab** siguiendo los comandos:

Stat • Reliability/Survival, y

en **SPSS** a través de: Analizar -> Escalas -> Análisis de fiabilidad.

Las correlaciones que se desee calcular, depende del nivel de medición de las variables, pero ambos programas tienen varias opciones en Stat (Minitab) y Analizar (SPSS).

Una vez que se determina la confiabilidad (de 0 a 1) y se muestra la evidencia sobre la validez, si algunos ítems son problemáticos (no discriminan, no se vinculan a otros ítems, van en sentido contrario a toda la escala, no miden lo mismo, etc.), se eliminan de los cálculos (pero en el reporte de la investigación, se indica cuáles fueron eliminados, las razones de ello y cómo alteran los resultados); posteriormente se vuelve a realizar el análisis descriptivo (distribución de frecuencias, medidas de tendencia central y de variabilidad, etcétera).

Paso 5: analizar mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas (análisis estadístico inferencial)

Estadística inferencial: de la muestra a la población

³ Una correlación implica asociar puntuaciones obtenidas por la muestra en dos o más variables.

Con frecuencia, el propósito de la investigación va más allá de describir las distribuciones de las variables: se pretende generalizar los resultados obtenidos en la muestra a la población o el universo.

Los **datos** casi siempre se **recolectan de una muestra** y sus resultados estadísticos se denominan **estadígrafos**⁴.

A las estadísticas de la población o al universo se les conoce como parámetros. Los parámetros no son calculados, porque no se recolectan datos de toda la población, pero pueden ser inferidos de los estadígrafos.

Estadística inferencial.

La estadística inferencial se utiliza para dos procedimientos⁵:

a) Probar hipótesis: Una hipótesis en el contexto de la estadística inferencial es una proposición respecto a uno o varios parámetros, y lo que el investigador hace por medio de la prueba de hipótesis es determinar si la hipótesis es congruente con los datos obtenidos en la muestra.

b) Estimar parámetros: La hipótesis se retiene como un valor aceptable del parámetro, si es congruente con los datos. Si no lo es, se rechaza (pero los datos no se descartan).

¿Qué es una distribución muestral?

Es un conjunto de valores sobre una estadística calculada de todas las muestras posibles de determinado tamaño de una población (Wiersma y Jurs, 2005).

¿Qué es el nivel de significancia?

Es un nivel de la probabilidad de equivocarse y que fija de manera a priori el investigador.

El nivel de significancia es un valor de certeza que el investigador fija a priori, respecto a no equivocarse.

La relación entre la distribución muestral y el nivel de significancia se expresa en términos de probabilidad (0.05 y 0.01) y la distribución muestral también como probabilidad (el área total de ésta como 1.00). Para ver si existe o no confianza al generalizar acudimos a la distribución muestral, con una probabilidad adecuada para la investigación. Así, el nivel de significancia representa áreas de riesgo o confianza en la distribución muestral.

De igual forma se pueden cometer errores al realizar la estadística inferencial. Nunca se estará completamente seguros de la estimación; pues se trabajan 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 (conocido como error del Tipo II o error beta).
4. Rechazar una hipótesis verdadera (conocido como error del Tipo I o error alfa). Ambos tipos de error son indeseables; sin embargo, puede reducirse la posibilidad de que se presenten mediante:

- a) Muestras representativas probabilísticas.

⁴ La media o la desviación estándar de la distribución de una muestra son estadígrafos.

⁵ (Wiersma y Jure, 2005)

- b) Inspección cuidadosa de los datos.
- c) Selección de las pruebas estadísticas apropiadas.
- d) Mayor conocimiento de la población.

Prueba de hipótesis.

Hay dos tipos de análisis estadísticos que pueden realizarse para probar hipótesis:

- los análisis paramétricos y
- los no paramétricos.

Cada tipo posee sus características y presuposiciones que lo sustentan; la elección de qué clase de análisis efectuar depende de estas presuposiciones.

De igual forma, cabe destacar que en una misma investigación es posible llevar a cabo análisis paramétricos para algunas hipótesis y variables y análisis no paramétricos para otras.

Primero se mencionarán las pruebas más importantes y luego la secuencia de análisis según las hipótesis establecidas.

- **Análisis paramétricos** Para realizar análisis paramétricos debe partirse de los siguientes supuestos:

1. La distribución poblacional de la variable dependiente es normal: el universo tiene una distribución normal.

2. El nivel de medición de la variable dependiente es por intervalos o razón.

3. Cuando dos o más poblaciones son estudiadas, tienen una varianza homogénea: las poblaciones en cuestión poseen una dispersión similar en sus distribuciones

¿Cuáles son los métodos o las pruebas estadísticas paramétricas más utilizadas?

Las pruebas estadísticas paramétricas más utilizadas son:

• **Coefficiente de correlación de Pearson:** Es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón. Se simboliza: r

- **regresión lineal:** Es un modelo matemático para estimar el efecto de una variable sobre otra. Está asociado con el coeficiente r de Pearson. Brinda la oportunidad de predecir las puntuaciones de una variable tomando las puntuaciones de la otra variable. Entre mayor sea la correlación entre las variables (covariación), mayor capacidad de predicción.

• **Prueba de contraste de la diferencia de proporciones:** Es una prueba estadística para analizar si dos proporciones difieren significativamente entre sí. Hipótesis: De diferencia de proporciones en dos grupos. Variable: La comparación se realiza sobre una variable. Si hay varias, se efectuará una prueba de diferencia de proporciones por variable. Nivel de medición de la variable de comparación: Intervalos o razón, expresados en proporciones o porcentajes.

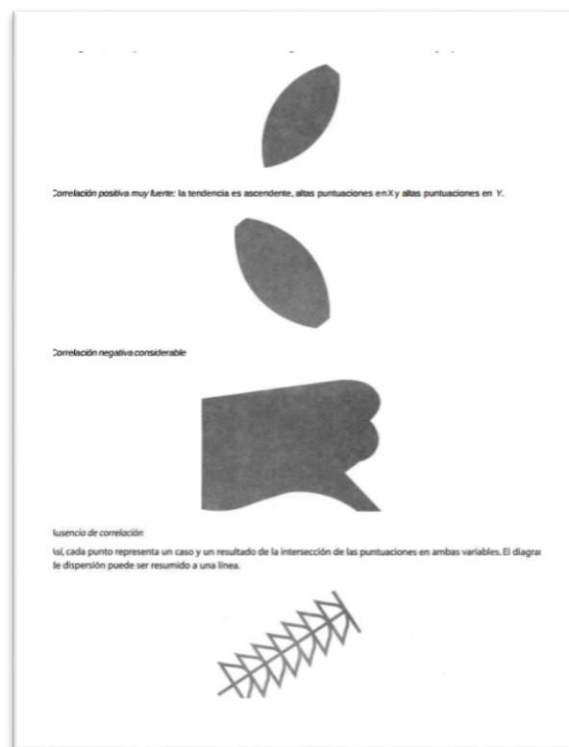
• **Análisis de varianza unidireccional (ANOVA Oneway):** Definición: Es una prueba estadística para analizar si más de dos grupos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas. La prueba t se utiliza para dos grupos y el análisis de varianza unidireccional se usa para tres, cuatro o más grupos. Aunque con dos grupos se puede utilizar también

Hipótesis: De diferencia entre más de dos grupos. La hipótesis de investigación propone que los grupos difieren significativamente entre sí y la hipótesis nula propone que los grupos no difieren

significativamente. Variables: Una variable independiente y una variable dependiente. Nivel de medición de las variables: La variable independiente es categórica y la dependiente es por intervalos o razón. El hecho de que la variable independiente sea categórica significa que es posible formar grupos diferentes. Puede ser una variable nominal, ordinal, por intervalos o de razón (pero en estos últimos dos casos la variable debe reducirse a categorías).

- Análisis de varianza factorial (ANOVA):
- Análisis de covarianza (ANOVA)

Ejemplos de gráficas de dispersión.



¿Cuáles son los métodos o las pruebas estadísticas no paramétricas más utilizados?

Las pruebas no paramétricas más utilizadas son:

1. La chi cuadrada o χ^2 - Chi cuadrada Prueba estadística para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas. Es una prueba estadística para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas. Se simboliza: χ^2 . Hipótesis a probar: Correlacionales. Variables involucradas: Dos. La prueba chi cuadrada no considera relaciones causales. Nivel de medición de las variables: Nominal u ordinal (o intervalos o razón reducidos a ordinales). Procedimiento: Se calcula por medio de una tabla de contingencia o tabulación cruzada, que es un cuadro de dos dimensiones, y cada dimensión contiene una variable. A su vez, cada variable se subdivide en dos o más categorías

2. Los coeficientes de correlación e independencia para tabulaciones cruzadas. Adicionales a la chi cuadrada, existen otros coeficientes para evaluar si las variables incluidas en la tabla de

contingencia o tabulación cruzada están correlacionadas. Esto se efectúa al convertir las frecuencias observadas en frecuencias relativas o porcentajes. En una tabulación cruzada puede haber tres tipos de porcentajes respecto de cada celda. • Porcentaje en relación con el total de frecuencias observadas ("N" o V de muestra). • Porcentaje en relación con el total marginal de la columna. • Porcentaje en relación con el total marginal del renglón.

3. Los coeficientes de correlación por rangos ordenados de Spearman y Kendall. Los coeficientes **rho de Spearman**, simbolizado como **rs**, y **tau** de Kendall, simbolizado como **t**, son medidas de correlación para variables en un nivel de medición ordinal (ambas), de tal modo que los individuos u objetos de la muestra pueden ordenarse por rangos (jerarquías). P

¿Qué otros coeficientes existen?

Un coeficiente muy importante es el **eta**, que es similar al coeficiente **r** de Pearson, pero con relaciones no lineales, las cuales se comentaron anteriormente. Es decir, **eta** define la "**correlación perfecta**" (1.00) como curvilínea y a la "relación nula" (0.0) como la independencia estadística de las variables.

Este coeficiente es asimétrico (concepto explicado en la tabla 10.25), y a diferencia de Pearson, se puede obtener un valor diferente para el coeficiente; al determina cuál variable se considera independiente y cuál dependiente,

Eta es interpretada como el porcentaje de la varianza en la variable dependiente explicado por la independiente.

Paso 6: realizar análisis adicionales

Este paso implica prácticamente tener la posibilidad de realizar otros análisis extras o pruebas para confirmar tendencias y evaluar los datos desde diferentes ángulos.

Paso 7: preparar los resultados para presentarlos

Se recomienda, una vez que se obtengan los resultados de los análisis estadísticos (tablas, gráficas, cuadros, etc.), las siguientes actividades:

1. Revisar cada resultado

[análisis general -> análisis específico -> valores resultantes (incluida la significancia) -> tablas, diagramas, cuadros y gráficas].

2. Organizar los resultados

(primero los descriptivos, por variable; luego los resultados relativos a la confiabilidad y la validez; posteriormente los inferenciales, que se pueden ordenar por hipótesis o de acuerdo con su desarrollo).

3. Cotejar diferentes resultados:

su congruencia y en caso de inconsistencia lógica volverlos a revisar. Asimismo, se debe evitar la combinación de tablas, diagramas o gráficas que repitan datos. Por lo común, columnas o filas idénticas de datos no deben aparecer en dos o más tablas. Cuando éste es el caso, debemos elegir la tabla o elemento que ilustre o refleje mejor los resultados y sea la opción que presente mayor claridad. Una buena pregunta en este momento del proceso es: ¿qué valores, tablas, diagramas, cuadros o gráficas son necesarios?, ¿cuáles explican mejor los resultados?

4. Priorizar la información más valiosa

(que es en gran parte resultado de la actividad anterior), sobre todo si se van a producir reportes ejecutivos y otros más extensos.

5. Copiar y/o "formatear"

las tablas en el programa con el cual se elaborará el reporte de la investigación (procesador de textos o uno para presentaciones, como Word o Power Point). Algunos programas como SPSS y Minitab permiten que se transfieran los resultados (tablas, por ejemplo) directamente a otro programa (copiar y pegar). Por ello, resulta conveniente usar una versión del programa de análisis que esté en el mismo idioma del programa que se empleará para escribir el reporte o elaborar la presentación.

6. Comentar o describir brevemente la esencia de los análisis, valores, tablas, diagramas, gráficas.

7. Volver a revisar los resultados.

8. Y, finalmente, elaborar el reporte de investigación.

RESUMEN POR TABLAS

Principales coeficientes para tablas de contingencia

Coeficiente	Para cuadros de contingencia...	Nivel de medición de ambas variables	Interpretación
<i>Phi</i> (Φ)	2 X 2	Nominal. Puede utilizarse con variables ordinales reducidas a dos categorías. SPSS lo muestra en cálculos para datos nominales.	En tablas 2 x 2 varía de 0 a 1, donde cero implica ausencia de correlación entre las variables; y uno, que hay correlación perfecta entre las variables. En tablas más grandes, <i>phi</i> puede ser mayor de 1.0, pero la interpretación es compleja. Por ello, se recomienda limitar su uso a las tablas 2 X 2.
Coeficiente de contingencia C de Pearson	Cualquier tamaño. De hecho es un ajuste de <i>phi</i> para tablas con más de dos categorías en las variables. Incluso funciona mejor con tablas de 5 x 5.	Nominal. Puede utilizarse con variables ordinales reducidas a dos categorías.	0 a 1, pero en tablas menores a 5 X 5, se acerca pero nunca alcanza el uno.
V de Cramer (C)	Cualquier tamaño	Cualquier nivel de variables, pero siempre reducidas a categorías. SPSS lo muestra en cálculos para datos nominales.	0 a 1, pero el uno solamente se alcanza si ambas variables tienen el mismo número de categorías (o marginales).
Goodman-Kruskal <i>Lambda</i> o sólo <i>Lambda</i> (A)	Cualquier tamaño	Cualquier nivel de variables, pero siempre reducidas a categorías. SPSS lo muestra en cálculos para datos nominales.	Fluctúa entre 0 y 1, asume causalidad, lo que significa que puede predecirse a la variable dependiente definida en la tabla, sobre la base de la independiente. La versión usual de <i>Lambda</i> es asimétrica. Sin embargo, SPSS y otros programas presentan tres versiones: una simétrica y dos asimétricas (estas últimas representan a cada una de las variables considerada como dependiente). La versión simétrica es simplemente el promedio de las dos <i>Lambdas</i>

Coeficiente	Para cuadros de contingencia...	Nivel de medición de ambas variables	Interpretación
			asimétricas. Una prueba asimétrica presupone que el investigador puede designar cuál es la variable independiente y cuál la dependiente. En una simétrica no se asume tal causalidad
Coeficiente de incertidumbre o entropía o <i>U</i> de Theil	Cualquier tamaño	Cualquier nivel de variables, pero siempre reducidas a categorías. SPSS lo muestra en en cálculos para datos nominales.	Fluctúa entre 0 y 1, asume causalidad, lo que significa que puede predecirse a la variable dependiente definida en la tabla, sobre la base de la independiente. Por razones históricas (de costumbre), el coeficiente se ha computado frecuentemente en términos de predecir la variable de las columnas, sobre la base de la variable de las filas.
<i>Gamma</i> de Goodman y Kruskal	Cualquier tamaño	Ordinal	Varía de -1 a +1 (-1 es una relación negativa perfecta, y +1 una relación positiva perfecta).
<i>Tau-z</i> , <i>Tau-b</i> y <i>Tau-c</i> (xa, xb, xc)	Cualquier tamaño	Ordinal	Varían de -1 a +1. <i>Tau-a</i> y <i>Tau-b</i> son asimétricas y <i>Tau-c</i> es simétrica.
<i>D</i> de Somers	Cualquier tamaño	Ordinal	Varía de -1 a +1.
<i>Kappa</i>	Cualquier tamaño	Datos categorizados por intervalo.	Regularmente de 0 a 1.

Otros coeficientes

Coeficiente	Nivel de medición de las variables	Ejemplo	Interpretación
Biserial (r)	Una ordinal y la otra por intervalos o razón.	Jerarquía en la organización y motivación.	-1.00 (correlación negativa perfecta). 0.0 (ausencia de relación). +1.00 (correlación positiva perfecta).
Biserial por rangos (r)	Una variable ordinal y la otra nominal.	Escuela de procedencia (pública-privada) y rango en una prueba de un idioma extranjero (alto, medio, bajo).	-1.00 (correlación negativa perfecta). 0.0 (ausencia de relación). +1.00 (correlación positiva perfecta).
Biserial puntual (r)	Una variable nominal y la otra por intervalos o razón.	Motivación al estudio y licenciatura (Economía, Derecho, Administración, etcétera).	-1.00 (correlación negativa perfecta). 0.0 (ausencia de relación). +1.00 (correlación positiva perfecta).
<i>Tetrachoric</i>	Las dos dicotómicas, no necesariamente expresadas en tablas.	Género y afiliación/no afiliación a un partido político.	-1.00 (correlación negativa perfecta). 0.0 (ausencia de relación). +1.00 (correlación positiva perfecta).

Elección de los procedimientos estadísticos o pruebas

1) Pregunta de investigación: Descriptiva	Procedimiento o prueba
Datos nominales	Moda
Datos ordinales	Mediana, moda
Datos por intervalos o razón	Media, mediana, moda, desviación estándar, varianza y rango
2) Pregunta de investigación: Diferencias de grupos	
a) Dos variables (grupos)	
a. 1. Muestras correlacionadas	
• Datos nominales	Prueba de McNemar
• Datos ordinales	Prueba de Wilcoxon para pares de rangos
• Datos por intervalos o razón	Prueba t para muestras correlacionadas
a. 2. Muestras independientes	
• Datos nominales	Chi cuadrada
• Datos ordinales	Prueba Mann-Whitney U o prueba Kolmogorov-Smirnov para dos muestras
• Datos por intervalos o razón	Prueba t para muestras no correlacionadas o independientes
b) Más de dos variables (grupos)	
b. 1. Muestras correlacionadas	
• Datos nominales	Prueba Q de Cochran
• Datos ordinales	Análisis de varianza de Friedman en dos vías
• Datos por intervalos o razón	Análisis de varianza (ANOVA)
• Datos por intervalos o razón, control de efectos de otra variable independiente	Análisis de covarianza (ANCOVA)

b. 2. Muestras independientes	
• Datos nominales	<i>Chi cuadrada para k muestras independientes</i>
• Datos nominales u ordinales (categóricos) y de intervalos-razón	<i>Chi cuadrada de Friedman</i>
• Datos ordinales	<i>Análisis de varianza en una vía de Kruskal-Wallis (ANOVA)</i>
• Datos por intervalos o razón	<i>Análisis de varianza (ANOVA)</i>
3) Pregunta de investigación:	
Correlacional	
a) Dos variables	
• Datos nominales	<i>Coefficiente de contingencia o Phi</i>
• Datos ordinales	<i>Coefficiente de rangos ordenados de Spearman o coeficiente de rangos ordenados de Kendall</i>
• Datos por intervalos o razón	<i>Coefficiente de correlación de Pearson (producto-momento)</i>
• Una variable independiente y una dependiente (ambas de intervalos o razón)	<i>Regresión lineal</i>
• Datos por intervalos y nominales u ordinales	<i>Coefficiente biserial puntual</i>
• Datos por intervalos y una dicotomía artificial en una escala ordinal (la dicotomía es artificial porque subyace una distribución continua)	<i>Coefficiente biserial</i>
b) Más de dos variables	
• Datos nominales	<i>Análisis discriminante</i>
• Datos ordinales	<i>Análisis de correlación parcial por rangos de Kendall</i>
• Datos por intervalos o razón	<i>Coefficiente de correlación parcial o múltiple, R^2</i>
4) Pregunta de investigación:	
Causal o predictiva	
• Diversas independientes y una dependiente (las independientes en cualquier nivel de medición, la dependiente en nivel por intervalos o razón). Cuando las independientes son nominales u ordinales se convierten en variables "dummy"	<i>Regresión múltiple</i>
Diversas independientes y dependientes	<i>Análisis multivariado de varianza (MANOVA)</i>
• Agrupamiento (membresía de todos los datos)	<i>Análisis discriminante (en una vía, jerárquico o factorial, de acuerdo con el número de variables involucradas)</i>
• Estructuras y redes causales	<i>Análisis de patrones o vías (path analysis)</i>
5) Pregunta de investigación:	
Estructura de variables o validación de constructo	
Las variables deben estar por intervalos o razón	
<i>Análisis de factores</i>	

Secuencia más común para explorar datos en SPSS.

ETAPA 1 (en SPSS) En "Analizar" se solicitan para todos los ítems (variable de la matriz por variable de la matriz): -Informes de la matriz (resúmenes de casos, informes estadísticos en filas o en columnas). Con objeto de visualizar resultados ítem por ítem y fila por fila.

-Estadísticos descriptivos:

- Descriptivos (una tabla con las estadísticas fundamentales de todas las variables de la matriz, columnas o ítems).
- Frecuencias (tabla de frecuencias, estadísticas básicas y gráficas).
- Explorar (relaciones causales entre variables de la matriz).
- Generar tablas de contingencia. e) Generar razones.

ETAPA 2 (analítica)

El Investigador evalúa las distribuciones y estadísticas de los ítems, observa qué ítems tienen una distribución lógica e ilógica y agrupa a los ítems en las variables de su investigación (variables compuestas), de acuerdo con sus definiciones operacionales y forma como desarrollo su instrumento o instrumentos de medición.

ETAPA 3 (en SPSS)

En "Transformar" y "Calcular" indica al programa cómo debe agrupar los ítems en las variables de su estudio.

ETAPA 4 (en SPSS)

En "Analizar" se solicitan para todas las variables del estudio:

- a) estadísticas descriptivas (una tabla con los estadísticos fundamentales de todas las variables de su estudio) y
- 6) un análisis de frecuencias con estadísticas y gráficas. A veces únicamente se pide lo segundo
- c), porque abarca lo primero. Debe notarse que estos análisis ya no son con ítems, sino con las variables de la investigación.

Métodos estadísticos

Método	Propósitos fundamentales
Análisis de varianza factorial (ANOVA de varios factores)	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una variable dependiente.
Análisis de covarianza (ANCOVA)	Analizar la relación entre una variable dependiente y dos o más independientes, al eliminar y controlar el efecto de al menos una de estas variables independientes.
Regresión múltiple	Evaluar el efecto de dos o más variables independientes sobre una variable dependiente, así como predecir el valor de la variable dependiente con una o más variables independientes, y estimar cuál es la independiente que mejor predice las puntuaciones de la variable dependiente. Se trata de una extensión de la regresión lineal
Análisis multivariado de varianza (MANOVA)	Analizar la relación entre dos o más variables independientes y dos o más variables dependientes.
Análisis lineal de patrones (PATH)	Determinar y representar interrelaciones entre variables a partir de regresiones, así como analizar la magnitud de la influencia de algunas variables sobre otras, influencia directa e indirecta. Es un modelo causal.
Análisis discriminante	Construir un modelo predictivo para pronosticar el grupo de pertenencia de un caso a partir de las características observadas de cada caso (predecir la pertenencia de un caso a una de las categorías de la variable dependiente, sobre la base de dos o más independientes).

REFERENCIA CONSULTADA

Dr. Roberto Hernández Sampieri/ Dr. Carlos Fernández Collado/ Dra. Pilar Baptista Lucio

Metodología de la investigació. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V Cuarta edición.