



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM

Centro Universitario UAEM Ecatepec

Apuntes de Estadística Inferencial

*Apuntes para la Unidad de Aprendizaje
Estadística Inferencial*

Licenciatura en Psicología

Dr. en Ed. Carlos Saúl Juárez Lugo

Índice

Datos de identificación	3	Pruebas no paramétricas	58
Mapa curricular	5	Rho de Spearman	60
Presentación	6	Interpretación	62
Introducción	7	Reporte	63
Matriz de datos	9	Ejercicio	64
Primeros pasos	11	U de Mann - Whitney	66
Descriptivos de la muestra	16	Interpretación	69
Edad y sexo	16	Reporte	70
Ejercicio	25	Ejercicio	71
Estadística inferencial	28	ANOVA Kruskal Wallis	72
Pruebas paramétricas	28	Interpretación	73
r de Pearson	29	Reporte	77
Interpretación	31	Ejercicio	78
Reporte	33	Chi cuadrado	79
Ejercicio	36	Interpretación	81
t de Student independiente	37	Reporte	82
Interpretación	44	Ejercicio	84
Reporte	46	Muestras relacionadas	85
Ejercicio	47	t de Student relacionadas	85
ANOVA I	50	Interpretación	86
Interpretación	52	Reporte	87
Reporte	55	Ejercicio	88
Ejercicio	57	Prueba de Wilcoxon	89
		Interpretación	89
		Reporte	90
		Ejercicio	91
		Referencias	93
		Complementarias	94
		Glosario	95

Datos de Identificación

Unidad de Aprendizaje a la que se destina el material: ***Estadística Inferencial***.

Secuencia didáctica:

1. Analizará el empleo de la estadística aplicada a la investigación.
2. Manejará los conceptos básicos de la estadística aplicada.
3. Calculará las pruebas paramétricas de asociación y de comparación.
4. Calculará las pruebas no paramétricas de asociación y de comparación.
5. Interpretará los resultados obtenidos de cada una de las pruebas.

Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Comprender los conceptos y fundamentos lógico (matemático) de las técnicas de la estadística inferencial a través del ensayo de pruebas paramétricas, no paramétricas de asociación y comparación para interpretar resultados psicosociales.

Unidad temática 1. Fundamentos de estadística

Objetivo:

Analizar del empleo de la estadística aplicada en la investigación y manejo de los conceptos básicos de la estadística inferencial, paramétrica y no paramétrica, a utilizar en una investigación a fin de elaborar las hipótesis correspondientes.

Unidad temática 2. Pruebas paramétricas.

Aplicar la prueba estadística paramétrica adecuada, a partir de los requisitos de esta y los tipos de variables, para probar las hipótesis, interpretar los resultados y tomar decisiones fundamentadas... **Uso del paquete estadístico SPSS para resolver pruebas paramétricas.**

Unidad temática 3. Pruebas estadísticas no paramétricas.

Aplicar la prueba estadística no paramétrica adecuada, a partir de los requisitos de esta y los tipos de variables, para probar las hipótesis, interpretar los resultados y tomar decisiones fundamentadas.... **Uso del paquete estadístico SPSS para resolver pruebas paramétricas.**

Apuntes de Estadística Inferencial

Licenciatura en Psicología

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Estadística Inferencial

Clave: LPSI16

Carácter: Obligatorio

Tipo: Curso

Periodo escolar: Cuarto

Créditos: 7

Horas teóricas: 3

Horas prácticas: 1

Área curricular: Metodológica

Núcleo de formación: Sustantivo

Seriación: Medición y estadística (UA antecedente)

UA Consecuente: ninguna

III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA, 2019

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
OBLIGATORIAS	Bases biológicas del comportamiento I 4 0 4 8	Bases biológicas del comportamiento II 4 0 4 8	Psicología de la salud 3 1 4 7	Psicopatología del niño y del adolescente 2 2 4 6	Psicopatología del adulto y del adulto mayor 2 2 4 6	Diagnóstico psicológico 2 2 4 6	Intervención clínica en niños y adolescentes 2 2 4 6	Intervención clínica en adulto y adulto mayor 2 2 4 6	Práctica profesional* 30
	Procesos del desarrollo y ciclo vital I 4 0 4 8	Procesos del desarrollo y ciclo vital II 3 1 4 7	Medición y estadística 4 0 4 8	Estadística inferencial 3 1 4 7	Investigación cuantitativa 4 0 4 8	Investigación cualitativa 4 4 4 8	Elaboración de instrumentos 2 2 4 6	Investigación psicológica 2 4 6 8	
	Procesos psicológicos básicos 4 0 4 8	Procesos psicológicos superiores I 4 0 4 8	Procesos psicológicos superiores II 4 0 4 8	Instrumentos psicológicos I 2 2 4 6	Instrumentos psicológicos II 2 2 4 6	Neuropsicología 2 2 4 6	Integrativa profesional* -- -- 8		
	Historia de la Psicología 4 0 4 8	Teorías de la personalidad 4 0 4 8	Psicología de las organizaciones 3 1 4 7	Administración estratégica 3 1 4 7	Integración de recursos humanos 2 2 4 6	Desarrollo de recursos humanos 2 2 4 6	Psicología del trabajo 2 2 4 6	Intervención en las organizaciones 1 3 4 5	
	Epistemología 4 0 4 8	Metodología de la ciencia 4 0 4 8	Teorías de la Psicología educativa 3 1 4 7	Proceso de enseñanza-aprendizaje 3 1 4 7	Orientación educativa 2 2 4 6	Evaluación educativa 2 2 4 6	Intervención psicológica inclusiva 2 2 4 6	Intervención y desarrollo educativo 1 3 4 5	
	Socialización y vulnerabilidad humana 4 0 4 8	Derechos humanos y bienestar social 3 1 4 7	Psicología social 3 1 4 7	Ciudadanía y sustentabilidad 3 1 4 7	Comunicación y cultura 4 0 4 8	Proceso grupal 3 1 4 7	Psicología comunitaria 1 3 4 5	Procesos psicosociales colectivos 1 3 4 5	
	Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Entrevista 1 3 4 5	Ética en la Psicología 2 2 4 6			
OPTATIVAS						Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 2 1 3 4 5	Optativa 4 1 3 4 5	
							Optativa 3 1 3 4 5	Optativa 5 1 3 4 5	
	HT 24 HP 0 TH 24 CR 48	HT 24 HP 4 TH 28 CR 52	HT 22 HP 6 TH 28 CR 50	HT 19 HP 13 TH 32 CR 51	HT 20 HP 12 TH 32 CR 52	HT 16 HP 12 TH 28 CR 44	HT 11 HP 17+** TH 28+** CR 47	HT 9 HP 21 TH 30 CR 39	HT -- HP ** TH ** CR 30

Presentación

El desarrollo de las competencias profesionales necesarias para la selección, aplicación e interpretación de los procedimientos de análisis estadístico en una investigación tiene como fundamento la comprensión del principio de la medición de los fenómenos psicológicos del comportamiento humano y su vínculo con la teoría de la muestra. Es importante que el alumno comprenda que la estadística, vista como una herramienta en el proceso de investigación cuantitativa, tiene una serie de principios que se concretan en modelos específicos de análisis llamados estadígrafos, que no son otra cosa que las pruebas estadísticas y éstas tienen un estrecho vínculo con la forma en que se mide el fenómeno conductual y el número de sujetos que conforman la muestra. Al emplear la herramienta de análisis estadístico pertinente al objeto de estudio se incrementa la posibilidad de comprender el comportamiento humano.

Para facilitar la comprensión de este conocimiento tan importante para la formación profesional del estudiante en psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), se diseñó el presente material que tiene el **objetivo** de proporcionar la información esencial para que el estudiante de psicología que cursa las unidades de aprendizaje *Estadística inferencial*, *Investigación cuantitativa*, *Elaboración de instrumentos e Investigación psicológica*, realice el análisis estadístico conveniente a las características de la investigación psicológica en curso. El documento describe y explica de manera concreta el procedimiento en el programa SPSS® 25 para resolver las pruebas estadísticas de análisis inferencial más usadas en el campo de la psicología. Se ejemplifican cada una de ellas en su modalidad más común de acuerdo con su naturaleza (paramétrica y no paramétrica) y al tipo de hipótesis a comprobar: asociación entre dos variables, diferencia entre dos medias y diferencia entre más de dos medias, además de ejemplificar el reporte del resultado de la prueba.

Con seguridad en el transcurso de la materia surgirán dudas, mismas que con un poco de paciencia y una actitud indagadora podrán resolverse sin mayor dificultad. De no ser así sugerimos consultar la bibliografía citada al final, acudir con el autor de este material o algún otro profesor del área. Cualquier observación o comentario que tenga el lector lo pueden hacer llegar a la dirección de correo electrónico juarezlugo@gmail.com

Introducción

El empleo de programas de cómputo para resolver problemas en el campo de la psicología es una competencia profesional que el estudiante tiene el compromiso de adquirir para responder a las demandas de un mundo globalizado, donde las tecnologías de la información y comunicación (Tics) se han convertido en una herramienta estratégica. Ante la presencia de elementos computacionales en los programas de las unidades de aprendizaje del Plan de Estudios de Psicología, el presente material didáctico tiene la intención de proporcionar una guía puntual para coadyuvar al logro de esta meta de aprendizaje en la formación del psicólogo en la UAEM.

Apuntes de Estadística Inferencial con SPSS®, se desarrolló como una guía para facilitar el aprendizaje activo de las Unidades de Aprendizaje: *Estadística inferencial, Investigación cuantitativa, Elaboración de instrumentos e Investigación psicológica*, en las que el procesamiento de datos cuantitativos es indispensable. Este material instruye al lector de manera sencilla en el manejo del programa SPSS®, como una herramienta para llevar a cabo análisis estadísticos desde los más elementales como las medidas de tendencia central y dispersión hasta los más complejos como los Análisis de Varianza o Chi cuadrado, de tal suerte que el lector pueda entender la lógica del programa en el procesamiento de información cuantitativa, interpretar los resultados y elaborar el reporte correspondiente.

A lo largo del material se presentan ejemplos con el objetivo de mostrar los procedimientos estadísticos más usuales en el manejo de datos que incluye la unidad de aprendizaje Estadística inferencial, así como diversas tablas y figuras para garantizar un aprendizaje significativo y efectivo. Todo ello con la finalidad de que el lector pueda aplicar las pruebas estadísticas que le permitan realizar el análisis estadístico de un instrumento de medición y para explicar problemas de investigación en las ciencias de la conducta.

Los archivos de trabajo serán los siguientes:

00-Auzmendi-321-Alumno.sav

01-Auzmendi-MH-90.sav

02-Auzmendi-AD-41.sav

Los archivos se pueden solicitar al correo juarezlugo@gmail.com

Es así como se ha tratado de hacer una guía comprensible para el lector con un conocimiento estadístico elemental, sin embargo, para aquellos que han llevado uno o más cursos de estadística pueden recurrir a este texto como material de consulta y confirmar sus conocimientos.

Agradecemos profundamente la acogida de este escrito y cualquier comentario sobre el documento se puede hacer llegar al correo electrónico juarezlugo@gmail.com

Matriz de datos

Para llevar a cabo el análisis cuantitativo de datos con el programa de SPSS®, es necesario tener conocimientos básicos del proceso de construcción y aplicación de un instrumento; comprender los principios de estadística descriptiva e inferencial y el diseño de una matriz para concentrar los datos recolectados.

Es importante resaltar que cuando ideamos un instrumento de recolección de datos, un análisis de contenido, un registro de observación, o bien algún instrumento que ya existe como lo es una prueba psicométrica, debemos pensar en cómo se van a codificar las respuestas, la estructura de la matriz de datos y el análisis estadístico que corresponde a esos mismos datos.

Como ejercicio de demostración se utilizará la siguiente información. Se administró a una muestra de 321 estudiantes universitarios de la Licenciatura en Psicología de una universidad pública del Estado de México, la Escala de Actitudes hacia la Estadística (EAE-25) de Auzmendi (1992). Este instrumento mide la actitud hacia la estadística que habitualmente tienen los alumnos ante esta área de conocimiento. Consta de 25 afirmaciones y una escala tipo Likert de 5 puntos, desde “Totalmente en desacuerdo” (1 punto) hasta “Totalmente de acuerdo” (5 puntos). Las afirmaciones, expresadas tanto en forma positiva como en forma negativa, se agrupan en cinco factores con igual número de ítems en cada uno de ellos.

De acuerdo con Auzmendi (1992, p. 82) los cinco factores del instrumento EAE-25 pretenden medir:

Utilidad: hace referencia al valor que el estudiante confiere a la estadística, a la utilidad subjetiva que tiene para el individuo esta área de conocimiento desde una perspectiva cognitiva, afectiva y comportamental, en el contexto de su formación profesional y laboral. Está compuesto por los ítems 1, 6, 11, 16 y 21.

Ansiedad: alude al sentimiento de temor, estrés y ansiedad que el alumno percibe ante la estadística como una asignatura que tiene que cursar en su formación universitaria. Se compone de los ítems 2, 7, 12, 17 y 22.

Confianza: comprende la percepción de seguridad y confianza que el estudiante tiene en sí mismo al enfrentarse a problemas de estadística; alude al autoconocimiento y a la autorregulación del universitario. Los ítems que lo conforman son: 3, 8, 13, 18 y 23.

Agrado: refiere a la sensación de simpatía o diversión que origina el trabajo con la estadística como parte de una interacción social, académica, profesional y laboral. Se compone de los ítems 4, 9, 14, 19 y 24.

Motivación: alude a la motivación que siente el alumno hacia al estudio y el empleo de la estadística, como un contenido académico, un conocimiento necesario en el campo laboral y profesional. Está compuesto por los ítems: 5, 10, 15, 20 y 25.

La puntuación directa, resultado de la suma algebraica, cuando se aproxime al puntaje máximo indicará una actitud positiva o favorable hacia la estadística y una puntuación menor sugerirá una actitud negativa o desfavorable hacia esta área de conocimiento.

Para la demostración del procedimiento del análisis estadístico de datos en este primer bloque utilizaremos el siguiente archivo: **00-Auzmendi-321-Alumno.spv** en el que se encuentran las siguientes variables:

Edad de los participantes

Sexo: 1 = Mujer y 2 = Hombre.

Calificación de Estadística [CalEst].

Preguntas de la escala Auzmendi: Preg01 - Preg25

Factores: *utilidad, ansiedad, confianza, agrado y motivación*. El puntaje de estas variables es resultado de la suma de las respuestas a las preguntas correspondientes de cada uno de los factores.

Total: Es el puntaje total de la Escala Auzmendi resultado de la suma de las respuestas de cada participante a los 25 ítems.

Primeros pasos

Una vez que los datos se han codificado, capturado en una hoja de cálculo, verificado que están completos y se han guardado en un archivo maestro en un programa de computadora como Microsoft Excel o SPSS®, podemos proceder con su análisis.

El análisis que puede efectuarse a los datos depende de la combinación de tres factores en particular (Hernández, Fernández-Collado y Baptista, 2006; Shaughnessy, Zechmeister y Zechmeister, 2007):

- 1) El **nivel de medición de las variables**; si la respuesta al conjunto de preguntas de los instrumentos es nominal u ordinal entonces debemos utilizar estadística no paramétrica. Si los datos provienen de enunciados cuyas respuestas están organizadas en un nivel de medición de intervalos o de razón se debe utilizar estadística paramétrica.
- 2) La manera en cómo se formularon las **hipótesis**, buscamos *relación* entre variables o *diferencia* entre dos o más variables,
- 3) El **interés del investigador**, es decir la profundidad y el detalle en el análisis de las variables.
- 4) Un elemento más a considerar es el **tamaño de la muestra**, si el número de participantes es menor a un rango de 30 a 50 sujetos se recomienda el análisis no paramétrico, si es superior a 50 se sugiere un análisis paramétrico.

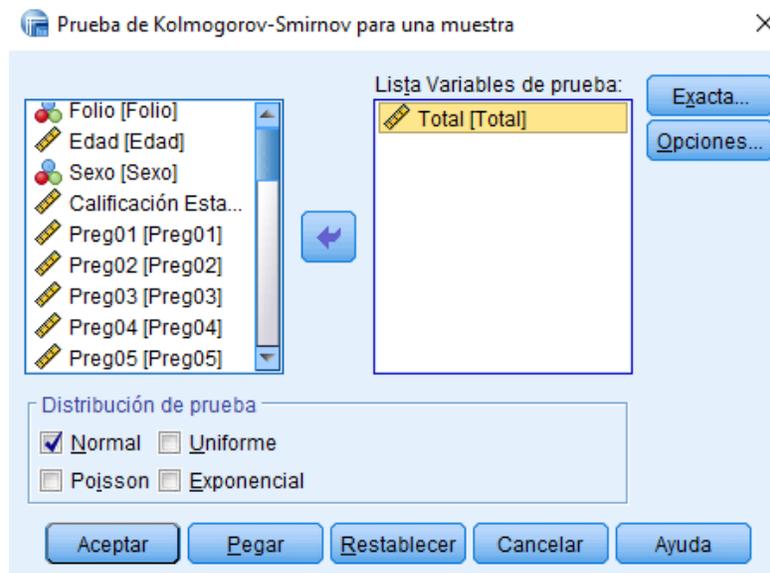
El procedimiento inicial consiste en realizar un análisis de estadística descriptiva para cada una de las principales variables de interés. Enseguida se procede a efectuar un examen estadístico inferencial acorde con las preguntas de investigación, para observar cómo se relacionan o diferencian las variables (Elorza, 2000). Los métodos de análisis son diversos, su empleo no puede ser indiscriminado pues cada método tiene su razón de ser y un propósito específico. Es importante tener siempre presente que la estadística es, antes que otra cosa, una herramienta para analizar los datos y no un fin en sí misma (Levin, 2002).

Dado que en este primer bloque demostraremos el uso de pruebas paramétricas, el primer análisis que se recomienda realizar consiste en verificar si el conjunto de datos se distribuye normalmente, uno de los requisitos para emplear la estadística paramétrica. Con esta información estaríamos confirmando, o no, si nuestra variable principal se **distribuye de manera normal** bajo la curva. Para ello utilizaremos la prueba de **Kolmogorov–Smirnov (K-S)**; el procedimiento en SPSS® 25 para calcular el valor de la prueba es el siguiente:

Analizar / Pruebas no paramétricas / Cuadros de diálogo antiguos / K-S de 1 muestra...

En la ventana que se muestra (Figura 1) seleccionamos de la lista de variables del lado izquierdo **Total [Total]** (puntaje total de la escala Auzmendi) y la desplazamos con la flecha a la ventana **Lista de Variables de prueba**. Verificamos que la opción **Distribución de prueba: Normal** este seleccionada. Presionamos el botón **Aceptar**.

Figura 1. Prueba de Kolmogorov–Smirnov



El programa SPSS® devuelve la tabla de K-S (Tabla X). De la información que contiene, nos interesan las filas de **Estadístico de prueba** y **Sig. asintónica (bilateral)**. De acuerdo con Pardo y Ruiz (2005), si la probabilidad del estadístico del contraste K-S

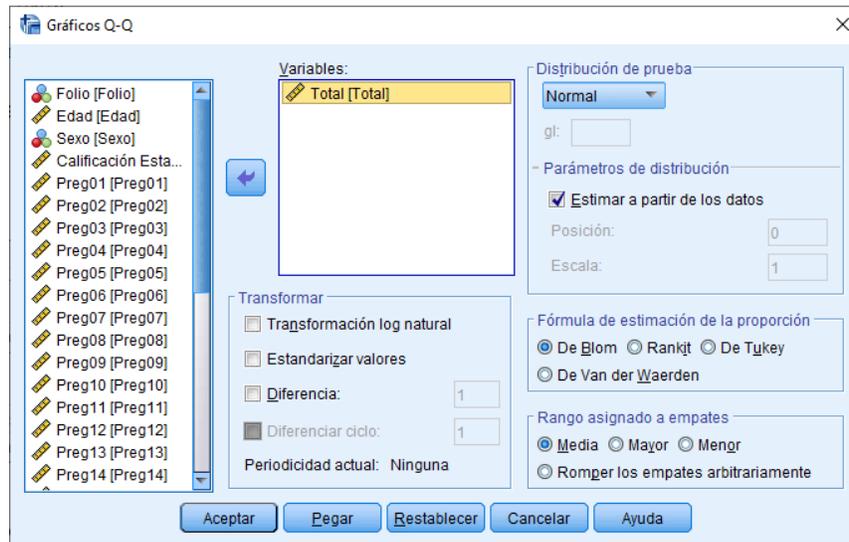
es mayor a .05 se dice que la variable sí sigue una distribución normal. Se rechaza la hipótesis de normalidad cuando el nivel crítico (sig.) es menor que el nivel de significación establecido (generalmente .05). Entonces, podemos afirmar que el resultado obtenido a través del análisis de bondad de ajuste a la curva, realizado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Tabla 1), mostraron valores K-S no significativos (K-S = .043, $p < .200$), indicando que la distribución se aproxima a la curva normal, razón por lo cual es pertinente emplear estadísticos paramétricos en el análisis de los datos de la escala.

Tabla 1. Prueba de K-S para una muestra

		Total
N		321
Parámetros normales	Media	88.27
	Desv.	11.068
	Desviación	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.043
	Positivo	.041
	Negativo	-.043
Estadístico de prueba		.043
Sig. Asintótica (bilateral)		.200

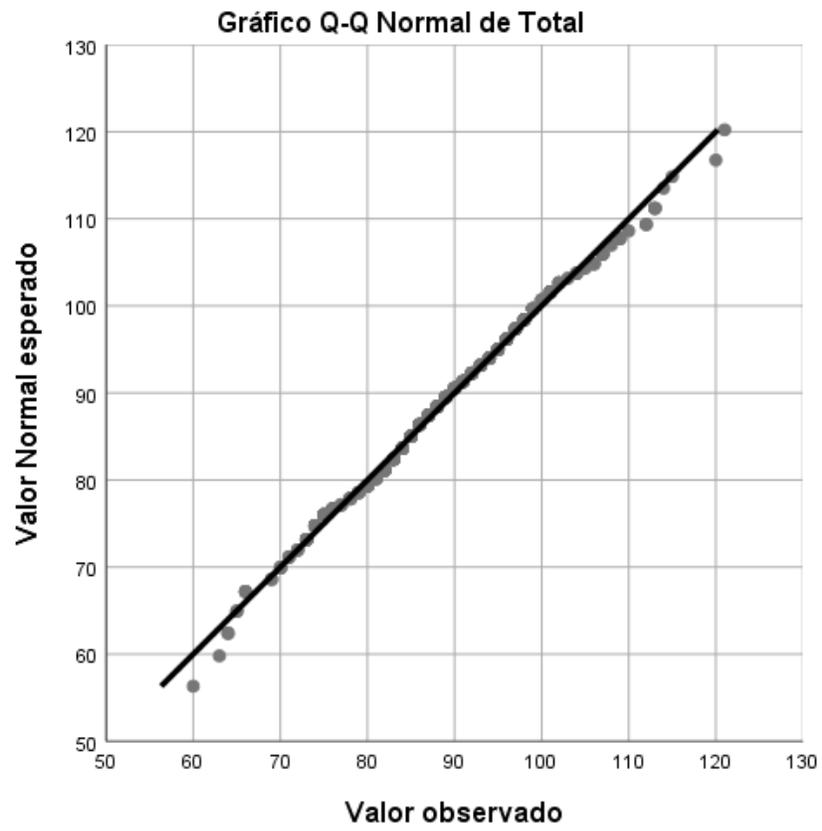
Para verificar el resultado se recomienda mostrar un gráfico de normalidad. Del menú **Analizar / Estadísticos descriptivos / Cuadros Q-Q** seleccionamos la variable **Total** de la lista y la trasladamos a la ventana **Variables** (Figura 2), verificamos que la opción **Distribución de la prueba** sea **Normal**, por último, seleccionamos el botón **Aceptar**.

Figura 2. Gráficos Q-Q



En el gráfico Q-Q normal, cuando la muestra procede de una población normal, los puntos correspondientes a cada par se encuentran agrupados en torno a la diagonal representada en el diagrama que devuelve el programa SPSS®. En el eje de las abscisas están representados los valores observados ordenados desde el más pequeño hasta el más grande; en el de las ordenadas están representadas las puntuaciones típicas normales, que teóricamente le corresponderían a ese valor en una distribución normal estandarizada (Pardo y Ruiz, 2005). Es posible afirmar entonces, de acuerdo con la gráfica (Figura 3), que nuestros datos proceden de una población normal.

Figura 3. Gráfico de normalidad



Descriptivos de la muestra

Es conveniente conocer algunos descriptivos de nuestras principales variables. Cabe señalar que el programa SPSS® incluye en cada prueba estadística los descriptivos más comunes o bien se pueden solicitar. Para ejemplificar el cálculo de los estadísticos descriptivos utilizaremos las variables **edad** y **sexo** de los participantes, así como la **calificación** en la materia de estadística, el **puntaje total** de la escala de Auzmendi y sus **cinco factores**.

Edad y sexo

Para conocer las características demográficas de la muestra calculemos los descriptivos de la edad de los participantes con el siguiente procedimiento:

Analizar / Estadísticos descriptivos / Frecuencias

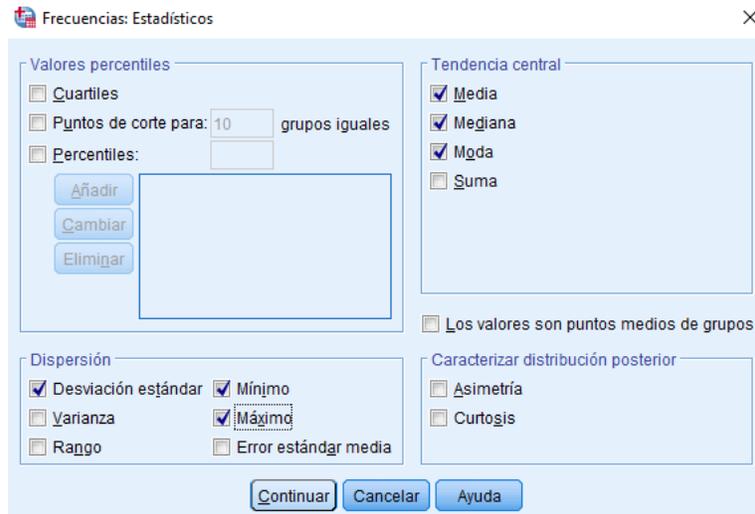
Se activa la siguiente ventana (Figura 4). Seleccionamos la variable **Edad** de la lista de la izquierda y con el botón Flecha la movemos a la ventana **Variables**.

Figura 4. Ventana de Frecuencias



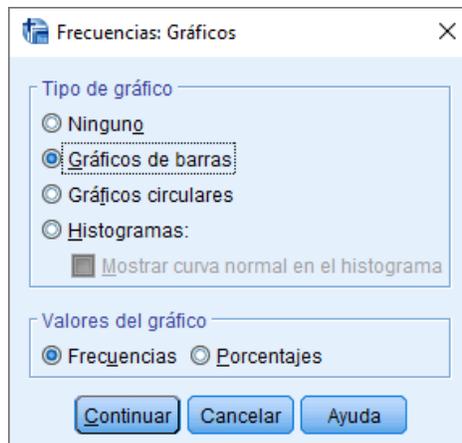
Seleccionamos el botón **Estadísticos...** aparece la siguiente ventana (Figura 5), en ella seleccionamos de **Tendencia central: Media, Mediana y Moda**, de las medidas de **Dispersión** seleccionamos: **Desviación estándar, Mínimo y Máximo**. Seleccionamos el botón **Continuar**.

Figura 5. Frecuencia Estadísticos



En el botón **Gráficos** seleccionamos **Gráfico de barras** (Figura 6). Seleccionamos el botón **Continuar** y enseguida el botón **Aceptar** de la ventana de dialogo **Frecuencias**. Podemos dejar activa la opción **Mostrar tabla de frecuencias** pues la variable Edad con seguridad no es muy amplia en su rango.

Figura 6. Frecuencia: Gráficos



En la ventana de **Resultados** SPSS® devuelve la información solicitada. La Tabla 2, **Estadísticos Edad**, observamos que tenemos 321 participantes, cuya edad promedio es de 19.47 años, una mediana (punto central de nuestros datos) con un valor de 19, una moda (valor que se repite con mayor frecuencia) también de 19 años. La desviación estándar es 1.47 años, la edad mínima es de 18 y la máxima de 30 años.

Tabla 2. Estadísticos Edad

Estadísticos		
Edad		
N	Válido	321
	Perdidos	0
	Media	19.47
	Mediana	19.00
	Moda	19
Desv.	Desviación	1.477
	Mínimo	18
	Máximo	30

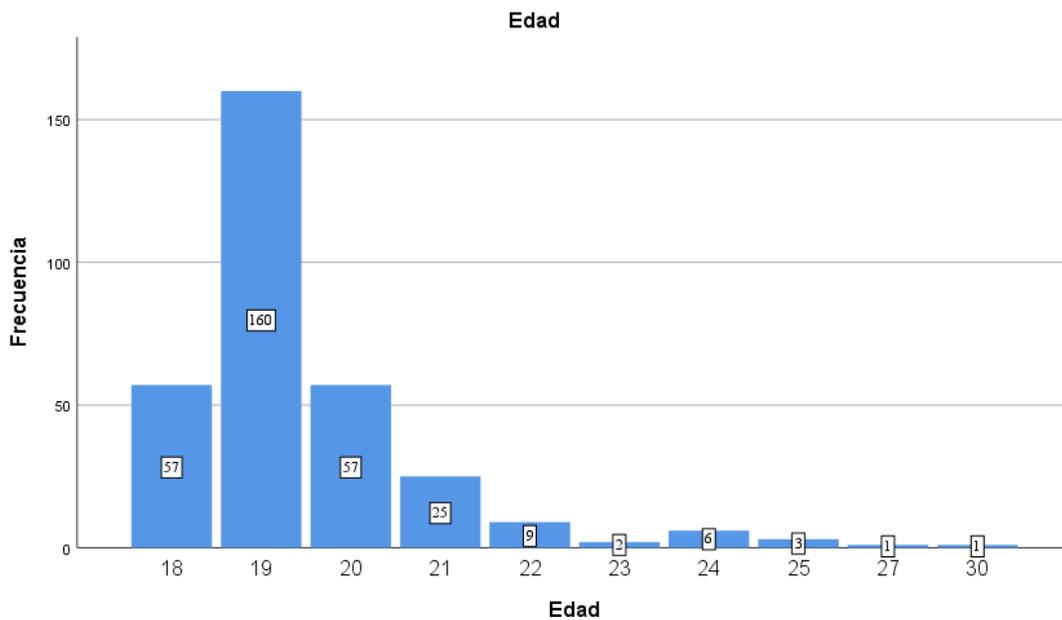
La siguiente Tabla (3) es la de frecuencias, en ella observamos que en nuestra muestra el 49.8% (poco menos de la mitad) tiene una edad de 19 años, seguida de 18 y 20 años, cada una de las frecuencias con 17.8%. Estos tres grupos de edad conforman el 85.4% de la muestra (fila tres de la columna **Porcentaje acumulado**). Si agregamos a los alumnos participantes con una edad de 21 años, estos cuatro grupos de edad acumulan el 93.1% de nuestra muestra total, es decir 299 alumnos.

Tabla 3. Frecuencias de edad

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	18	57	17.8	17.8
	19	160	49.8	67.6
	20	57	17.8	85.4
	21	25	7.8	93.1
	22	9	2.8	96.0
	23	2	.6	96.6
	24	6	1.9	98.4
	25	3	.9	99.4
	27	1	.3	99.7
	30	1	.3	100.0
	Total	321	100.0	100.0

Por último, el programa SPSS® devuelve la gráfica solicitada Figura 7. En ella podemos verificar de manera visual la información de nuestra tabla de frecuencias.

Figura 7. Gráfica de la variable Edad.



Ahora realizaremos un proceso similar con la variable **sexo** de los participantes. Recordemos que esta variable es nominal por lo tanto no debemos calcular los mismos estadísticos descriptivos. Usamos el procedimiento: **Analizar / Estadísticos descriptivo / Frecuencias**

En la ventana que se activa (Figura 8) seleccionamos la variable **Sexo** de la lista de la izquierda y con el botón Flecha la movemos a la ventana **Variables**. Únicamente dejaremos activa la opción **Mostrar tablas de frecuencias**. Seleccionamos el botón **Aceptar**.

Figura 8. Ventana de Frecuencias para sexo



El programa SPSS® en su ventana de **Resultados** devuelve dos tablas, la primera Tabla (4) titulada **Estadísticos** nos indica la “N” Válida y los datos perdidos, verificamos que son 321 datos, todos los participantes proporcionaron su información respecto a su sexo (Mujer – Hombre).

Tabla 4. Valores del tamaño de muestra

Estadísticos		
Sexo		
N	Válido	321
	Perdidos	0

En la segunda Tabla (5) incluye las frecuencias de la variable **Sexo**, observamos que hay 276 mujeres, 86% del total de la muestra, y 45 hombres (14%). Es evidente que existe en la muestra un sesgo en la variable sexo.

Tabla 5. Frecuencia de la variable sexo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mujer	276	86.0	86.0	86.0
	Hombre	45	14.0	14.0	100.0
	Total	321	100.0	100.0	

La siguiente variable de interés para la demostración del análisis es la **Calificación de Estadística**. Vamos a verificar si el conjunto de estos datos se **distribuye de manera normal** bajo la curva. Utilizamos nuevamente la prueba de **Kolmogórov–Smirnov (KS)** y un gráfico de normalidad.

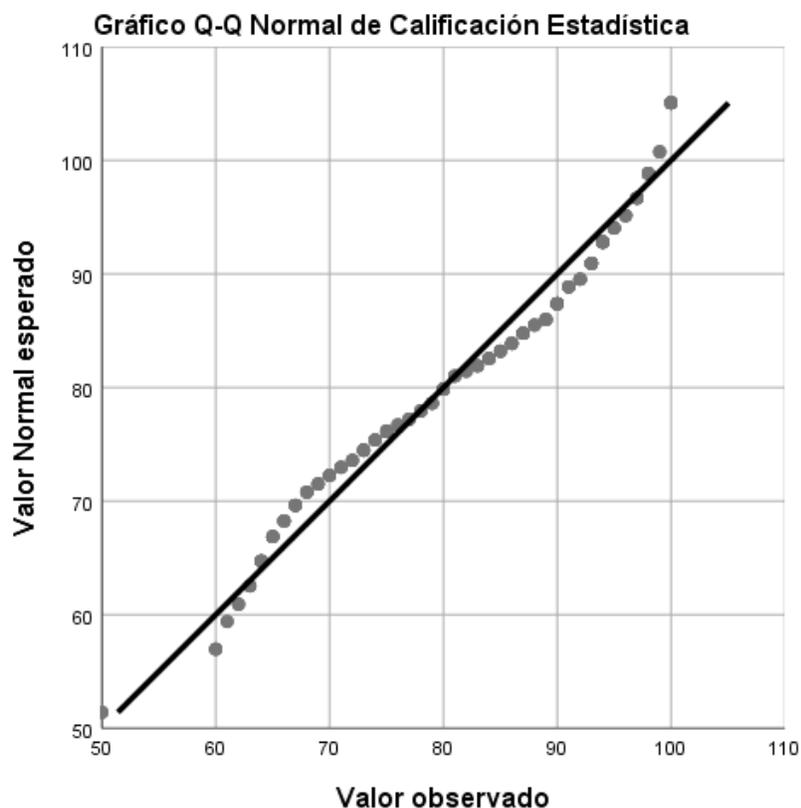
Una vez realizados ambos procedimientos observamos que el resultado obtenido a través del análisis de bondad de ajuste a la curva (Tabla 6), realizado mediante la prueba de K-S, mostraron valores significativos ($K-S = 0.109$, $p < .000$), por tal motivo se rechaza la hipótesis de normalidad debido a que el nivel crítico (sig.) es menor que el nivel de significación establecido ($p > 0.05$), incumpliendo uno de los requisitos para emplear estadísticos paramétricos en el análisis de la variable **Calificación de Estadística**.

Tabla 6. Prueba de K-S para una muestra

		Calificación Estadística
N		321
Parámetros normales	Media	82.22
	Desv. Desviación	11.986
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.109
	Positivo	.069
	Negativo	-.109
Estadístico de prueba		.109
Sig. asintótica(bilateral)		.000

En el gráfico Q-Q normal (Figura 9) se observa que los puntos se alejan de la diagonal, por tal motivo es posible afirmar que los datos de la variable **Calificación de Estadística** no proceden de una población normal. El investigador – estudiante debe tomar una decisión y considerar estos resultados en el sentido de si el incumplimiento de este requisito es suficiente para considerar el análisis estadístico de esta variable desde una perspectiva no paramétrica.

Figura 9. Gráfico de normalidad



Ahora calculemos los descriptivos de la variable **Calificación de Estadística**. De la ruta **Analizar / Estadísticos descriptivo / Frecuencias** seleccionamos el botón **Estadísticos...**, en ella seleccionamos de **Tendencia central: Media, Mediana y Moda**, de las medidas de **Dispersión** seleccionamos: **Desviación estándar, Mínimo y Máximo**. Seleccionamos el botón **Continuar**.

En el botón **Gráficos** seleccionamos **Histograma**, también elegimos la opción **Mostrar curva normal en el histograma**. Presionamos el botón **Continuar** y enseguida el botón **Aceptar** de la ventana de dialogo **Frecuencias**. Si dejamos activa la opción **Mostrar tabla de frecuencias** el programa mostrara una tabla muy grande pues las calificaciones de los 321 participantes pueden tener un valor de 50 hasta 100.

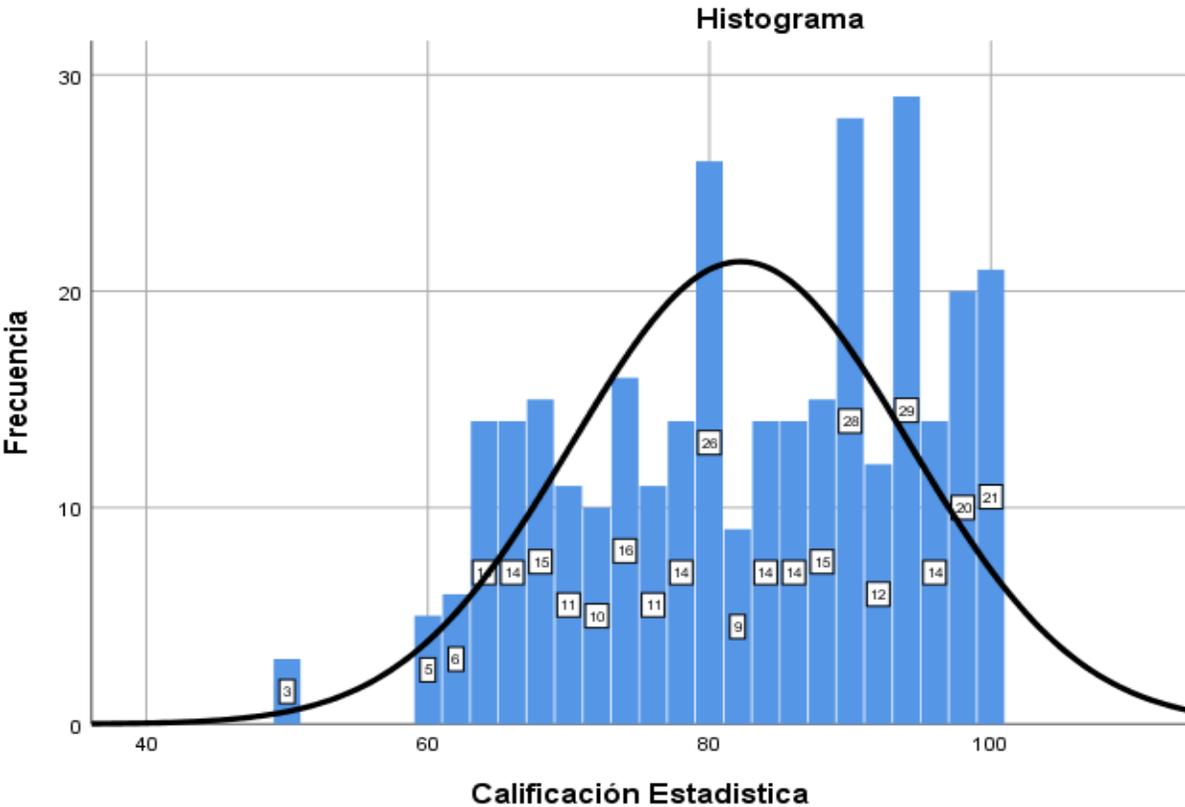
En la tabla **Estadísticos Calificación Estadística** (Tabla 7), observamos que tenemos 321 participantes, cuya calificación media en la materia de estadística es de 88.22 puntos, una mediana con un valor de 84, una moda de 90. La desviación estándar es de 11.98, la calificación mínima es de 50 y la máxima de 100.

Tabla 7. Estadísticos

Calificación Estadística		
N	Válido	321
	Perdidos	0
	Media	82.22
	Mediana	84.00
	Moda	90
	Desv. Desviación	11.986
	Varianza	143.656
	Mínimo	50
	Máximo	100

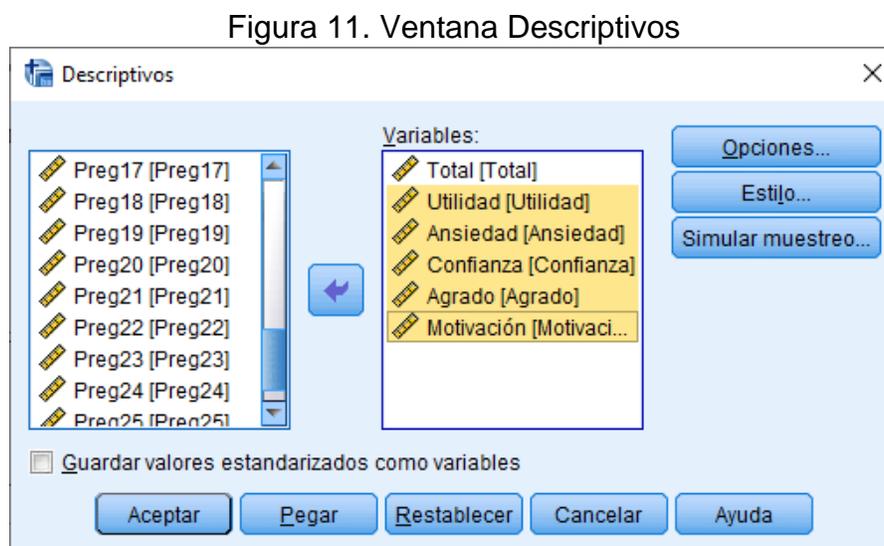
En el histograma solicitado (Figura 10) podemos observar que los valores de la variable **Calificación de Estadística** no se distribuyen conforme al área bajo la curva, confirmamos el resultado de la prueba KS y el grafico de normalidad.

Figura 10. Histograma de la variable Calificación de estadística



Ejercicio

Invito al lector a realizar los siguientes cálculos como un ejercicio para reforzar lo aprendido. Vamos a calcular los descriptivos para los puntajes de la Escala Auzmendi: puntaje **Total** del instrumento y los factores **Utilidad, Ansiedad, Confianza, Agrado y Motivación**. En SPSS® es posible calcular de manera simultánea los descriptivos de más de una variable, el inconveniente es la cantidad de información simultánea que podemos obtener, misma que debemos identificar y discriminar una variable de otra con claridad. Utilizaremos ahora la opción **Descriptivos** de la **Ruta: Analizar / Estadísticos descriptivos / Descriptivos**. Primero seleccionamos la variable **Total** y la trasladamos a **Variables**. Lo mismo hacemos con los **cinco factores** de la Escala Auzmendi como se muestra en la Figura 11.



Del botón **Opciones** seleccionamos **Media, Desviación estándar, Mínimo y Máximo** (Figura 12). Es evidente que el número de opciones de estadística descriptiva es menor en este menú en comparación con los de la opción **Frecuencias**.

Figura 12. Ventana Descriptivos: Opciones



En la Tabla (8) **Estadísticos descriptivos** se observa el puntaje de la variable **Total** de los 321 participantes. El puntaje mínimo es de 60 puntos y el máximo de 121 con una media o promedio de 88.27 y una desviación estándar de 11.06. Una lectura similar se realiza con los **cinco factores** cuyo puntaje se dimensiona en una escala de un mínimo posible de 5 puntos y un máximo posible de 25, en comparación con puntaje de la variable **Total** que va de un mínimo posible de 25 y un máximo posible de 125.

Podemos observar que el factor **Agrado** presenta la media más baja de los cinco factores (14.63) y se interpreta como una actitud neutral o de indiferencia hacia la estadística. Por el contrario, el factor **Utilidad** presenta una media de 19.30 que se interpreta como una percepción favorable a la estadística como un conocimiento útil en la formación del psicólogo.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Total	321	60	121	88.27	11.068
Utilidad	321	9	25	19.30	2.892
Ansiedad	321	7	25	17.66	3.631
Confianza	321	8	25	17.93	3.179
Agrado	321	5	25	14.63	3.326
Motivación	321	9	25	18.75	2.682
N válido (por lista)	321				

Estadística Inferencial

La estadística inferencial se divide en dos grandes grupos: la paramétrica y la no paramétrica. Cada uno de estos grupos tiene características muy particulares que se deben considerar para analizar los datos. Los tres supuestos principales para utilizar la estadística paramétrica son (Aron y Aron, 2001; Pagano, 2006):

1. La distribución poblacional de la variable dependiente es normal.
2. El nivel de medición de la variable dependiente es por intervalos o razón.
3. Las poblaciones tienen una varianza homogénea.

En el ejercicio que estamos desarrollando demostramos que: 1) la muestra proviene de una población que se distribuye normalmente, 2) sí bien la escala tipo Likert pertenecen en estricto sentido al nivel de medición ordinal, el análisis estadístico implementado por la mayoría de los investigadores corresponde a un nivel de medición de intervalos, y 3) en las pruebas estadísticas se muestra una opción para considerar la homogeneidad de las varianzas.

Pruebas Paramétricas.

De acuerdo con el programa de la unidad de aprendizaje Estadística Inferencial se propone estudiar tres pruebas paramétricas: la **r de Pearson** que se utiliza para establecer la relación entre dos variables; la **t de Student** diseñada para comprobar si la diferencia entre las medias de dos grupos es significativa y la prueba de **ANOVA I** empleada para comprobar si existe diferencia significativa entre la media de tres o más grupos.

***r* de Pearson**

El coeficiente de correlación más utilizado es el de **Pearson**, este es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas; es una forma de medir la intensidad de la relación lineal entre dos variables (Kantowitz, Roediger y Elems, 2001). El valor del coeficiente de correlación puede tomar valores desde menos uno (-1) hasta uno (+1), mientras más cercano a uno sea el valor del coeficiente de correlación, en cualquier dirección, más fuerte será la asociación lineal entre las dos variables. Mientras más cercano a cero sea el coeficiente de correlación, este indicará que más débil es la asociación entre ambas variables. Si es igual a cero se concluirá que no existe relación lineal alguna entre ambas variables (Ritchey, 2008).

La hipótesis para probar es *correlacional* de tipo:

“A mayor X, mayor Y”,

“A menor X, menor Y”,

“A mayor X, menor Y”,

“A menor X, mayor Y”.

El signo de la relación indica si la relación es positiva (+) o negativa (-), expresando esa dirección de la siguiente forma:

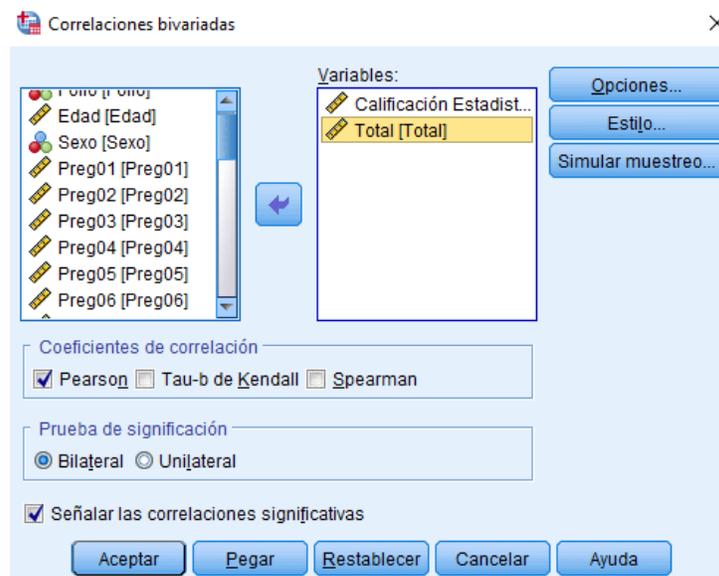
Positiva	Negativa
Indica relación directa entre variables.	Indica relación inversa entre variables.
<ul style="list-style-type: none">• Los valores altos de x están asociados con los valores altos en y.• Los valores bajos en x están asociados con valores bajos en y.	<ul style="list-style-type: none">• Los valores bajos en x están asociados con valores altos en y.• Los valores altos en x se relacionan con valores bajos de y.

La prueba ***r* de Pearson** se utiliza para conocer la relación entre dos variables (pero no de causalidad: *X* sea causa de *Y*), hacer predicciones, así como para determinar la confiabilidad “*test-retest*” de los instrumentos de prueba (Pagano, 2006).

Para demostrar el cálculo de la prueba ***r* de Pearson** en SPSS® utilizaremos la siguiente hipótesis: **Existe una relación entre la calificación en la materia de estadística y la actitud de los estudiantes hacia esta área de conocimiento.**

El procedimiento para calcular la prueba ***r* de Pearson** en el **Editor de datos** del programa SPSS® es el siguiente: **Análisis / Correlacionar / Bivariadas**. Se muestra la ventana de **Correlaciones bivariadas** (Figura 13). En ella seleccionamos dos variables **Calificación de Estadística [CalEst]** y **Total [Total]**, las trasladamos a la ventana **Variables**. Verificamos que las opciones **Pearson**, **Bilateral** y **Señalar las correlaciones significativas** estén activas. Presionamos el botón **Aceptar**.

Figura 13. Ventana de Correlaciones bivariadas



En el **Visor de resultados**, SPSS® devuelve la Tabla (9) **Correlaciones**, en ella observamos el valor de la correlación entre la **Calificación de Estadística** y el puntaje

Total de la escala ($r = .499$), en el segundo renglón se encuentra la significación (Sig.) bilateral ($p \leq .000$), indicada también por dos asteriscos en el valor de la correlación. En la tercera fila tenemos el tamaño de la muestra $n = 321$ participantes.

Tabla 9. Correlaciones

		Calificación	
		Estadística	Total
Calificación Estadística	Correlación de Pearson	1	.499**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	321	321
Total	Correlación de Pearson	.499**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	321	321

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación

La interpretación de la ***r* de Pearson** tiene dos elementos, el primero de ellos indica la ***dirección*** de la correlación (positiva + / negativa -) y la ***magnitud*** de la correlación entre las variables, que va de cero a +1 o bien -1. El segundo elemento indica si la correlación entre las variables es significativa si la probabilidad (Sig.) es menor o igual a .05 ($p \leq .05$). Las Tablas 10 y 11 pueden ayudar con la interpretación del resultado de la prueba *r* de Pearson [**$r = .499$, $p < .000$**].

El valor de $r = .499$ está muy “próximo” al valor de .50 cuya magnitud se interpreta como una **correlación positiva media** y el valor de la **significación** es $p = .000$ y se interpreta o se encuentra en la región de **significativa estadísticamente**.

Tabla 10. Guía para la interpretación de r de Pearson (dirección y magnitud)

Relación (+/-)	Magnitud
-0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.50	Correlación negativa media
-0.25	Correlación negativa débil
-0.10	Correlación negativa muy débil
0.00	No existe correlación alguna entre las variables
0.10	Correlación positiva muy débil
0.25	Correlación positiva débil
0.50	Correlación positiva media
0.75	Correlación positiva considerable
0.90	Correlación positiva muy fuerte

Fuente. Elaboración propia

Tabla 11. Guía para la interpretación del p valor

Sig. (p)	Interpretación (Correlación)
0.10	No significativa
0.09	
0.08	
0.07	
0.06	
0.05	Significativa
0.04	
0.03	
0.02	
0.01	
0.00	

Fuente. Elaboración propia.

Reporte

El reporte del resultado de esta prueba estadística, como de las otras pruebas que se muestran, depende del estilo de redacción del investigador. En el libro de Estadística para Psicología de Aron y Aron (2001) se muestran algunos ejemplos según se describen en las publicaciones científicas. En nuestro ejercicio el reporte es el siguiente: **Existe una correlación positiva media entre la calificación y la actitud ($r = .499$, $p \leq .000$).** Otro ejemplo de redacción para reportar el resultado es el siguiente: **Con el propósito de analizar la relación entre la calificación en estadística y la actitud del alumno hacia esta materia, se hizo un análisis de correlación r de Pearson entre ambas variables y se obtuvo una asociación positiva media y significativa ($r = .499$, $p \leq .000$).** Una tercera opción es la siguiente: **Existe una correlación positiva media entre la calificación en estadística y la actitud del alumno hacia esta materia ($r = .499$, $p \leq .000$).**

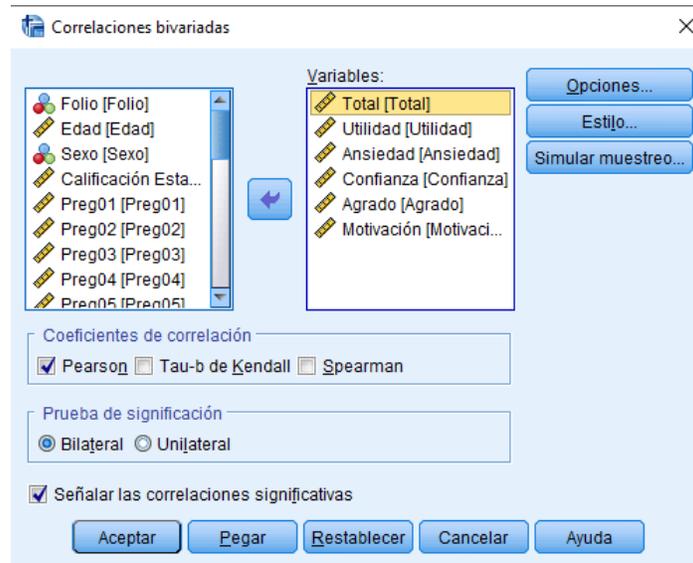
En la Tabla (12) podemos concentrar la información, veamos:

Tabla 12. Resumen r de Pearson

Prueba estadística: r de Pearson	
Variable x: Calificación en la materia de estadística	Variable y: Puntaje en la Escala de actitud hacia la estadística
H₀: No existe una relación entre la calificación en la materia de estadística y la actitud de los estudiantes hacia esta área de conocimiento.	H₁: Existe una relación entre la calificación en la materia de estadística y la actitud de los estudiantes hacia esta área de conocimiento.
Decisión Estadística: Se acepta H ₁	
Redacción de resultados: Con el propósito de analizar la relación entre la calificación en la materia de estadística y la actitud del alumno hacia esta materia, se hizo un análisis de correlación r de Pearson entre ambas variables y se obtuvo una asociación positiva media y significativa ($r = .499$, $p \leq .000$).	

Realicemos una demostración del procedimiento para correlacionar de manera simultánea más de una variable. De la ruta **Análisis / Correlacionar / Bivariadas / Correlaciones bivariadas**, primero seleccionamos la variable **Total [Total]**, después seleccionamos los cinco factores de la escala: **Utilidad, Ansiedad, Confianza, Agrado y Motivación** (Figura 14). Las trasladamos a la ventana **Variables**. Verificamos que las opciones **Pearson, Bilateral** y **Señalar las correlaciones significativas** estén activas. Presionamos el botón **Aceptar**.

Figura 14. Ventana de correlaciones bivariadas



La Tabla 13 muestra las correlaciones tal y como el programa SPSS® lo presenta. Observamos al centro de la tabla una diagonal con valores 1; podemos decidir si la lectura de los valores es a partir del bloque superior o inferior, los valores se repiten en ambos lados. Veamos, la correlación más alta registrada se encuentra entre el puntaje **Total** y el factor **Agrado** ($r = .777, p < .000$) siendo considerable y significativa dicha correlación, es decir **existe una correlación considerable entre el puntaje total de la escala y el puntaje del factor Agrado hacia esta materia ($r = .777, p \leq .000$)**. Por el contrario, la correlación entre el factor **Utilidad** y el factor **Ansiedad** es débil, tendiente a nula ($r = .068, p < .225$), es decir **la correlación entre el puntaje del factor Utilidad y el factor de Ansiedad es débil, con una tendencia a ser nula ($r = .068, p \leq .225$)**.

Tabla 13. Correlación entre variables

		Correlaciones					
		Total	Utilidad	Ansiedad	Confianza	Agrado	Motivación
Total	Correlación de Pearson	1	.618**	.701**	.749**	.777**	.659**
	Sig. (bilateral)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N	321	321	321	321	321	321
Utilidad	Correlación de Pearson	.618**	1	0.068	.251**	.502**	.460**
	Sig. (bilateral)	0.000		0.225	0.000	0.000	0.000
	N	321	321	321	321	321	321
Ansiedad	Correlación de Pearson	.701**	0.068	1	.658**	.337**	.269**
	Sig. (bilateral)	0.000	0.225		0.000	0.000	0.000
	N	321	321	321	321	321	321
Confianza	Correlación de Pearson	.749**	.251**	.658**	1	.415**	.228**
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
	N	321	321	321	321	321	321
Agrado	Correlación de Pearson	.777**	.502**	.337**	.415**	1	.476**
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
	N	321	321	321	321	321	321
Motivación	Correlación de Pearson	.659**	.460**	.269**	.228**	.476**	1
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	N	321	321	321	321	321	321

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Ejercicio

Invitamos al lector a realizar el análisis con ***r* de Pearson** para correlacionar la calificación en la materia de estadística y el puntaje de cada uno los factores. La Tabla 14 está editada, se muestra la información relevante. Identifique la relación entre la calificación en la materia de **Estadística** y el puntaje en el factor de **Agrado**, podemos afirmar que existe una correlación media y significativa entre las dos variables ($r = .517$, $p < .000$). Así también observamos que la correlación entre la calificación de **Estadística** y el factor **Ansiedad** es muy débil pero significativo ($r = .172$, $p < .002$)

Tabla 14. Correlaciones

	Calificación Estadística	Utilidad	Ansiedad	Confianza	Agrado	Motivación
Calificación Estadística	1	.408**	.172**	.398**	.517**	.275**
Utilidad		1	0.068	.251**	.502**	.460**
Ansiedad			1	0.000	0.000	0.000
Confianza				1	.415**	.228**
Agrado					1	.476**
Motivación						1

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

t de Student para muestras independientes

Otro análisis estadístico común en el proceso de investigación es la prueba **t de Student para muestras independientes**. Es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias; compara la media de un grupo A con la media del grupo B, se asocia con diseños de investigación tipo grupo control – grupo experimental, también para comparar la influencia (presencia – ausencia, mayor – menor intensidad) de una misma variable en dos o más grupos (Mcguigan, 2009). El nivel de medición de las variables es de intervalos o razón y el número de datos o muestra sugerida es de al menos 30 sujetos con un óptimo de 120 sujetos. La prueba *t* de Student tiene dos modalidades (Shaughnessy, Zechmeister, y Zechmeister, 2007), una de ellas es la de muestras dependientes que analiza los datos cuando provienen de un mismo grupo, pero recolectados en distinto momento, responde a diseños experimentales tipo antes – después, y la modalidad conocida como muestras independientes cuyos valores provienen de distintos grupos que es la que a continuación se demostrará.

En el ejemplo que venimos desarrollando partimos de la siguiente premisa: **los estudiantes universitarios con “calificaciones altas” en la materia de estadística tienen una actitud más favorable hacia esta área de conocimiento en comparación de los alumnos con “calificaciones bajas” en dicha asignatura**. Pero ¿a qué le llamamos “calificaciones bajas o altas”? ¿a partir de qué valor podemos hacer esta consideración? Lo recomendable en estos casos es utilizar los percentiles para categorizar nuestra variable de interés y así formar nuestros grupos de comparación.

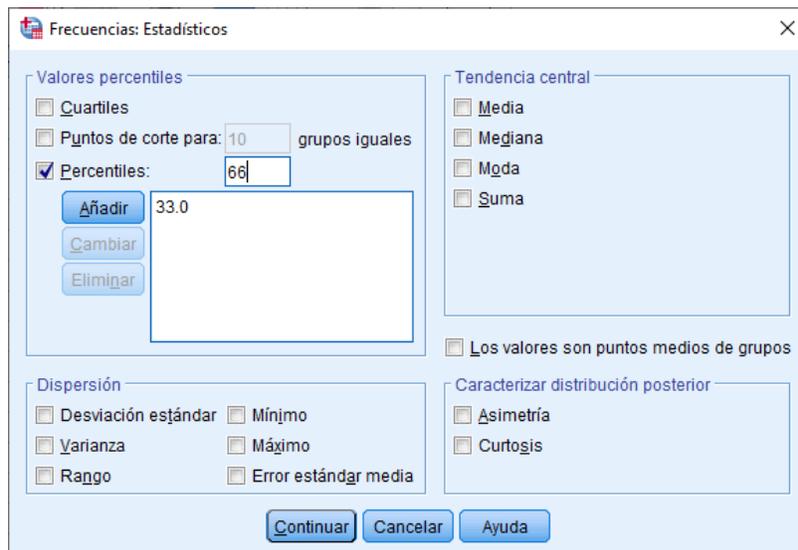
Recodificar en distinta variable

Existen distintos procedimientos estadísticos recomendados para formar grupos de menor tamaño de un grupo numeroso. Uno de ellos es el cálculo de los percentiles, los cuales nos permiten elegir el número de sujetos que integran cada grupo con los que vamos a realizar el análisis. En nuestro ejemplo nos interesa conocer si los individuos incluidos en los extremos de la distribución de una variable presentan diferencias en

cuanto a su media o promedio en otra variable, es decir si **los estudiantes universitarios del grupo clasificado como “rendimiento alto” en la materia de estadística tienen una actitud más favorable hacia esta área de conocimiento en comparación con los alumnos del grupo clasificado como de “rendimiento bajo” en dicha asignatura.**

Primero calculamos los percentiles de la variable **Calificación Estadística**. Para ello tenemos que ir a **Analizar / Estadísticos descriptivo / Frecuencias**. Seleccionamos la variable **Calificación Estadística (CalfEst)** de la lista de la izquierda y la trasladamos a la ventana derecha. Seleccionamos el botón **Estadísticos** y aparece la siguiente ventana (Figura 16). En **Valores percentiles** seleccionamos la opción **Percentiles**, escribimos 33 y presionamos el botón **Añadir**. Realizamos el mismo procedimiento para el percentil 66. Presionamos el botón **Continuar** y después el botón **Aceptar**. Con este procedimiento dividiremos el grupo en tres partes iguales o casi iguales.

Figura 16. Frecuencia, estadísticos.



En la **Ventana de resultados** observamos que el programa SPSS® devuelve la siguiente tabla con la información solicitada (Tabla 15).

Tabla 15. Valores percentiles

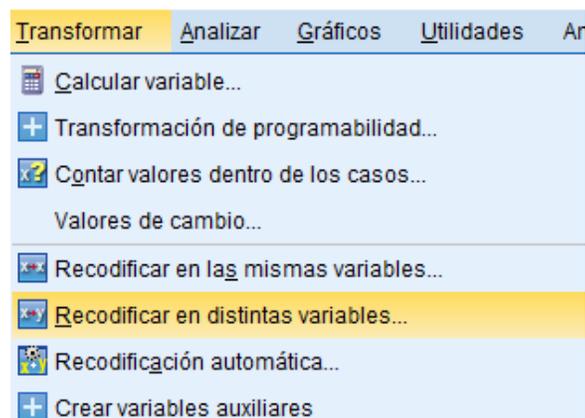
Calificación Estadística		
N	Válido	321
	Perdidos	0
Percentiles	33	77.00
	66	90.00

Con esta información procedemos a establecer los criterios de categorización de la siguiente manera:

Valor	Intervalo	Nombre
1	0 – 76	Rendimiento bajo
2	77 – 89	Rendimiento medio
3	90 – 100	Rendimiento alto

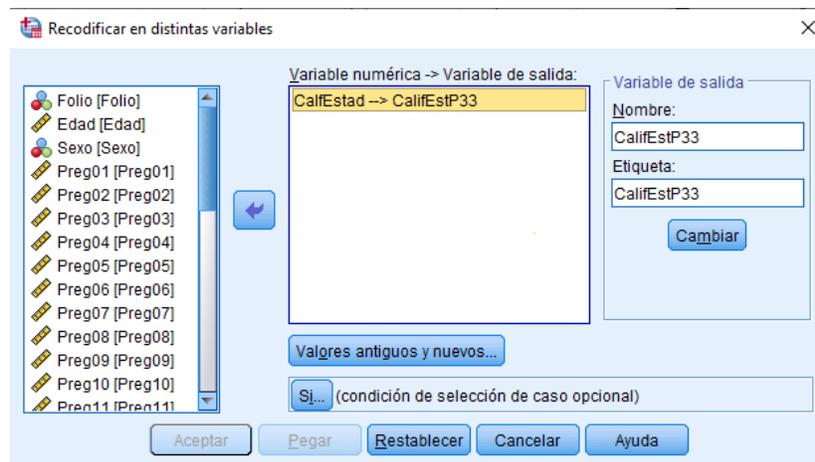
Ahora vamos a recodificar **Calificación Estadística** en una variable categórica, nuestra variable de agrupación. Vamos al menú **Transformar / Recodificar en distintas variables** (Figura 17).

Figura 17. Recodificar en distinta variable



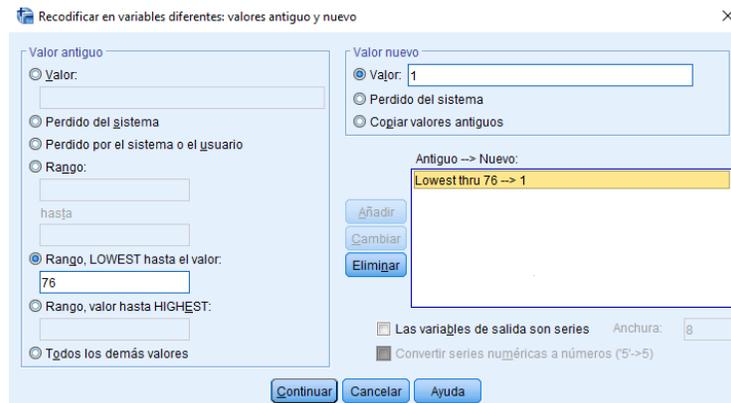
Se activa la siguiente ventana de diálogo (Figura 18). Seleccionamos la variable **Calificación Estadística [ClafEstad]** de la lista de variables de la izquierda y la trasladamos a la ventana **Variable numérica -> Variable de salida**. En **Variable de salida** designamos el **Nombre** y la **Etiqueta** a nuestra nueva variable: **CalifEstP33**, con este nombre indicamos que el contenido de la variable **Calificación de Estadística** fue agrupada de acuerdo con los percentiles 33 y 66. Al concluir se activa el botón **Cambiar**, presionamos y observamos aparece el nombre que llevará la variable que vamos a crear.

Figura 18. Ventana Recodificar en distintas variables



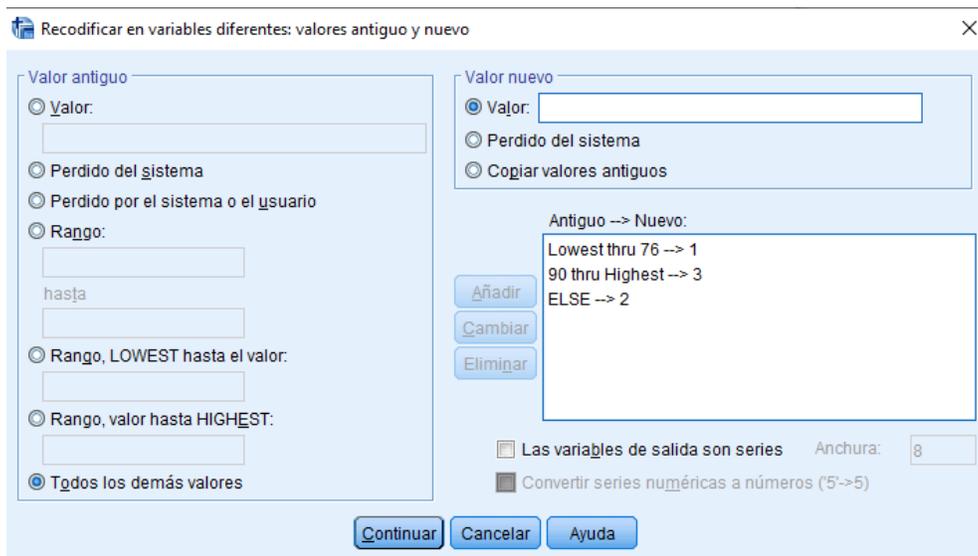
Seleccionamos el botón **Valores antiguos y nuevos** para indicar los criterios de clasificación en la ventana emergente (Figura 19). Seleccionamos la opción **Rango, LOWEST hasta el valor:** y escribimos 76. Del lado derecho de la ventana en **Valor nuevo, Valor**, escribimos 1, abajo enseguida en **Antiguo --> Nuevo** seleccionamos el botón **Añadir**. Con este procedimiento indicamos a SPSS® que todos los datos que encuentre desde el más bajo hasta el valor 76 los clasificará con el número 1.

Figura 19. Recodificación de variables



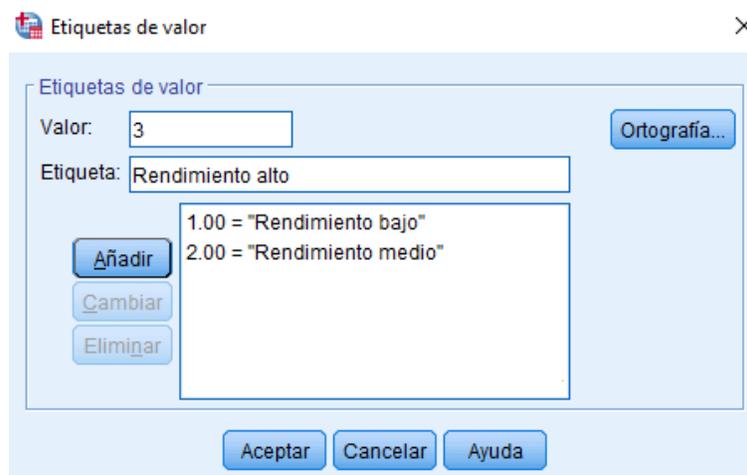
Realizamos el mismo procedimiento, pero ahora con la opción **Rango, valor hasta HIGHEST**, escribimos 90 y en **Valor nuevo** escribimos el número 3, **Añadimos**. Por último, indicaremos al programa que **Todos los demás valores** serán clasificados con el número 2, **Añadimos**. De esta forma la información en la ventana de dialogo se verá así (Figura 20):

Figura 20. Criterios de recodificación para la nueva variable.



Seleccionamos el botón **Continuar** y después el botón **Aceptar**. En la **Ventana de resultados** veremos únicamente las instrucciones del programa y en el **Editor de datos** en la pestaña **Vista de datos** veremos una columna al final con los números 1, 2 y 3. Ahora es necesario proporcionar la información de esta nueva variable. En la pestaña **Vista de variables**, en la columna **Valores** activamos la celda correspondiente a la nueva variable y escribimos la información arriba señalada. Cada vez que indiquemos el **Valor** y la **Etiqueta**, se activará el botón **Añadir** que debemos seleccionar, así hasta completar la información (Figura 21). Al terminar seleccionamos el botón **Aceptar**.

Figura 21. Llenado de Etiquetas de valor



Con el fin de verificar las frecuencias de nuestra nueva variable procedemos **Analizar / Estadísticos descriptivo / Frecuencias**. Seleccionamos la nueva variable y dejamos activa la opción **Mostrar tabla de frecuencias**. El programa nos devuelve la Tabla 16, en ella podemos observar que el grupo de Rendimiento alto tiene 118 alumnos, equivalente a un 36.8% del total, y el grupo de Rendimiento bajo tiene 105 equivalente a un 32.7%.

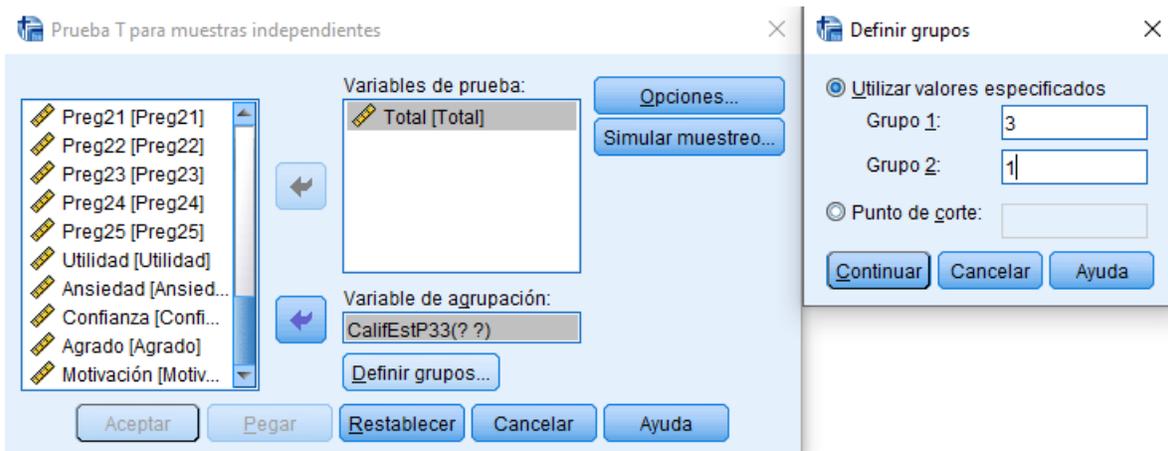
Tabla 16. Frecuencias de la variable CalifEstP33

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Rendimiento bajo	105	32.7	32.7	32.7
	Rendimiento medio	98	30.5	30.5	63.2
	Rendimiento alto	118	36.8	36.8	100.0
	Total	321	100.0	100.0	

Ahora procedemos a calcular la prueba **t de Student** para muestras independientes y probar la siguiente hipótesis (H1): ***Los alumnos del grupo de rendimiento alto, en comparación con los alumnos de rendimiento bajo, muestran una actitud más favorable hacia la estadística.***

Utilizamos el procedimiento **Analizar / Comparar medias / Prueba T para muestras independientes**. En la ventana que se muestra (Figura 22) trasladamos la variable **Total [Total]** de la lista de la izquierda a la ventana **Variables de prueba**, después colocamos en **Variable de agrupación** la nueva variable **CalifEstP33 [CalifEstP33]**, al realizar esta acción se activa el botón **Definir grupos**, seleccionamos, y aparece una nueva ventana emergente. En la opción **Utilizar valores especificados** en **Grupo 1** escribimos el número 3 [grupo Rendimiento alto] y en **Grupo 2** escribimos el número 1 [grupo Rendimiento bajo]. Presionamos el botón **Continuar** y enseguida el botón **Aceptar**.

Figura 22. Datos para la prueba *t* de Student



Interpretación

El programa devuelve el resultado de la prueba en 2 tablas. La primera tabla incluye los descriptivos de ambos grupos de rendimiento (Tabla 17), en particular destacamos el número de sujetos por grupo, la media y la desviación estándar.

Tabla 17. Descriptivos del análisis en la prueba *t* de Student

Estadísticas de grupo					
	CalifEstP33	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Total	Rendimiento alto	118	93.55	10.476	.964
	Rendimiento bajo	105	81.84	9.521	.929

La segunda Tabla (18) se editó para tuviese un aspecto más compacto. La prueba de muestras independientes tiene fórmulas distintas en función de que las varianzas de los grupos sean o no iguales. Para comprobarlo se emplea la prueba de **Levene (F)** la cual se interpreta de la siguiente forma: **si la probabilidad asociada al estadístico de Levene es menor que .05, debe rechazarse la hipótesis de igualdad de varianza y asumirse que son distintas** (Pardo y Ruiz, 2005). En nuestro ejercicio el valor de *sig.* de Levene es mayor a 0.05 (*Sig.* = 0.417) por lo tanto se acepta la hipótesis de igual de varianzas y, en consecuencia, debe utilizarse la información de la fila encabezada **Se asumen varianzas iguales**. El estadístico *t* toma un valor de 8.698, unos grados de libertad de 221 y una probabilidad de .000 (*Sig.* bilateral) lo cual se expresa así: ***t* (221) = 8.698 $p \leq .000$** . Se compara esta probabilidad con la usual de 0.05 (5%) y si es menor o igual a este valor quiere decir que existe diferencia **significativa entre las medias**.

Tabla 18. Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Total	Se asumen varianzas iguales	0.662	0.417	8.698	221	0.000
	No se asumen varianzas iguales			8.746	220.896	0.000

Reporte

Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Existe diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de rendimiento alto y el de rendimiento bajo (Tabla 19). La decisión se puede expresar de la siguiente manera: **De acuerdo con los resultados del contraste con la prueba t de Student para muestras independientes se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Se observa que existe diferencia estadísticamente significativa en la media de los grupos [t (221) = 8.698 p ≤ .000]. Los alumnos del grupo de rendimiento alto presentan una actitud más favorable hacia la estadística ($\bar{X} = 93.55$) que los alumnos del grupo de rendimiento bajo ($\bar{X} = 81.84$).**

Tabla 19. Resumen t de Student.

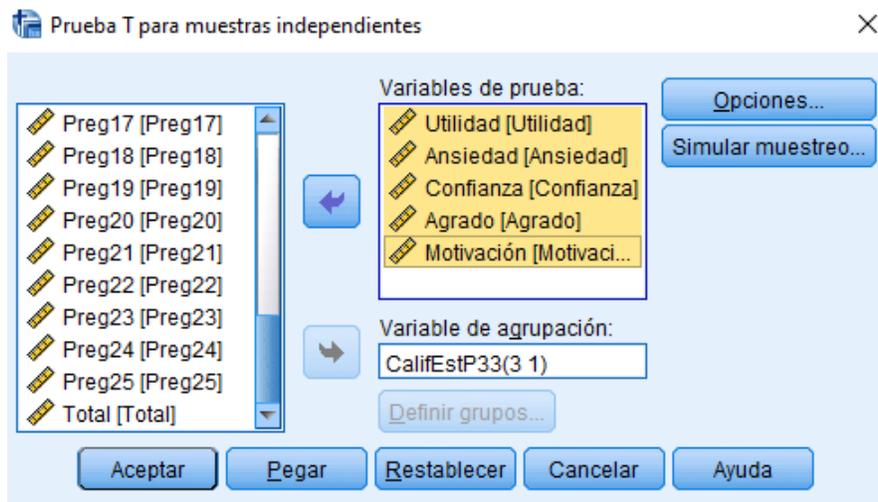
Prueba estadística: t de Student para muestras independientes	
Variable x: Calificación en la materia de estadística	Variable y: Puntaje en la Escala de actitud hacia la estadística
H₀: No existe diferencia en la actitud hacia la estadística entre los grupos de rendimiento alto y bajo	H₁: Los alumnos del grupo de rendimiento alto, en comparación con los alumnos de rendimiento bajo, muestran una actitud más favorable hacia la estadística.
Decisión Estadística: Se acepta H ₁	
Redacción de resultados: Se observa que existe diferencia estadísticamente significativa en la media de los grupos [t (221) = 8.698 p ≤ 0.000]. Los alumnos del grupo de rendimiento alto tienen una actitud más favorable hacia la estadística ($\bar{X} = 93.55$) que los alumnos del grupo de rendimiento bajo ($\bar{X} = 81.84$).	

Ejercicio

Ahora como ejercicio realizaremos el mismo procedimiento de cálculo para contrastar los cinco factores del instrumento (variables): **Utilidad, Ansiedad, Confianza, Agrado y Motivación**. El programa puede realizar el análisis de los n contrastes de manera simultánea. El inconveniente de solicitar un análisis de estas dimensiones radica en el tamaño de las tablas y la dificultad para leer su contenido con claridad. Mostraremos el procedimiento para que el lector ejercite el procedimiento y observe el tamaño de las tablas resultantes.

En la ventana **Prueba T para muestras independientes** trasladamos el conjunto de variables (Utilidad, Ansiedad, Confianza, Agrado y Motivación) a **Variables de prueba** (Figura 23). Ya tenemos definidas las **Variables de agrupación** (grupos de Rendimiento alto y bajo). Seleccionamos el botón **Aceptar**.

Figura 23. Análisis de los cinco factores



En la **Ventana de resultados** de SPSS® vemos la tabla de descriptivos del análisis con los cinco factores (Tabla 20). Observe que el valor de las medias del grupo de Rendimiento alto es mayor en comparación con la media del grupo de Rendimiento bajo en todos los contrastes.

Tabla 20. Descriptivos, Estadísticas de grupo

	CalifEstP33	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Utilidad	Rendimiento alto	118	20.64	2.458	.226
	Rendimiento bajo	105	18.00	2.869	.280
Ansiedad	Rendimiento alto	118	18.16	3.511	.323
	Rendimiento bajo	105	17.00	3.592	.351
Confianza	Rendimiento alto	118	19.02	3.049	.281
	Rendimiento bajo	105	16.31	2.750	.268
Agrado	Rendimiento alto	118	16.43	3.128	.288
	Rendimiento bajo	105	12.61	2.792	.273
Motivación	Rendimiento alto	118	19.30	2.603	.240
	Rendimiento bajo	105	17.91	2.774	.271

En la Tabla 21 observamos que el valor de significación de Levene en los cinco contrastes es mayor a 0.05, por lo tanto, se asumen varianzas iguales; así también, en todos los contrastes existen diferencias significativas (Sig. bilateral $p \leq 0.05$) entre las medias de los grupos de rendimiento alto y bajo, los alumnos del grupo rendimiento alto tienen una actitud más favorable en los cinco factores en comparación con los estudiantes del grupo de rendimiento bajo.

Tabla 21. Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Utilidad	Se asumen varianzas iguales	1.847	0.175	7.411	221	0.000
	No se asumen varianzas iguales			7.345	206.090	0.000
Ansiedad	Se asumen varianzas iguales	0.220	0.640	2.438	221	0.016
	No se asumen varianzas iguales			2.435	216.738	0.016
Confianza	Se asumen varianzas iguales	1.580	0.210	6.917	221	0.000
	No se asumen varianzas iguales			6.959	220.957	0.000
Agrado	Se asumen varianzas iguales	0.759	0.385	9.578	221	0.000
	No se asumen varianzas iguales			9.641	220.997	0.000
Motivación	Se asumen varianzas iguales	0.689	0.407	3.838	221	0.000
	No se asumen varianzas iguales			3.824	214.022	0.000

Para finalizar este apartado, es importante señalar que el investigador tiene la facultad de tomar varias decisiones y realizar diferentes análisis de los datos con los que cuenta, siempre tomando en consideración los objetivos y las preguntas de investigación con una actitud indagatoria. Por ejemplo, ¿qué sucederá si comparamos el grupo de rendimiento alto con el de rendimiento medio? y si comparamos los grupos de rendimiento medio y bajo ¿cuál será el resultado? Si analizamos las respuestas de los participantes a cada uno de los 25 ítems del instrumento ¿qué encontraríamos? Estos cuestionamientos deben tener un fundamento en el proceso de investigación y en la comprensión de los procedimientos estadísticos. Invitamos al lector a explorar otras variantes en el análisis estadístico utilizando la prueba *t* de Student para muestras independientes.

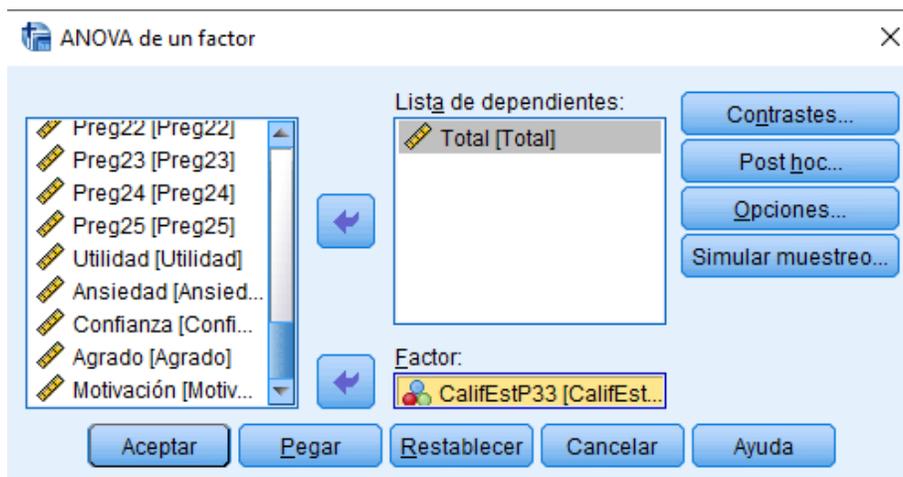
Análisis de varianza de tipo I

Ahora mostraremos el procedimiento para calcular la prueba de **análisis de varianza de tipo I** mejor conocida por sus siglas **ANOVA I**. Esta prueba fue diseñada para evaluar la diferencia en las medias de más de dos grupos, es decir tres grupos en adelante (López, 2011). El ANOVA I utiliza mediciones de intervalos o razón e implica la idea de una variable dependiente (medida por intervalos o razón) y una independiente (categórica). El hecho de que la variable independiente sea categórica significa que es posible formar grupos diferentes a partir de datos ya existentes como se realizó para calcular la prueba *t* de Student (Rivera y García, 2005).

La hipótesis por probar en el ejemplo que venimos desarrollando es la siguiente: **Existe diferencia en los tres grupos de rendimiento académico en relación con su actitud ante la estadística**. Para probar la hipótesis tenemos que ir a **Análisis / Comparar medias / ANOVA de un factor**.

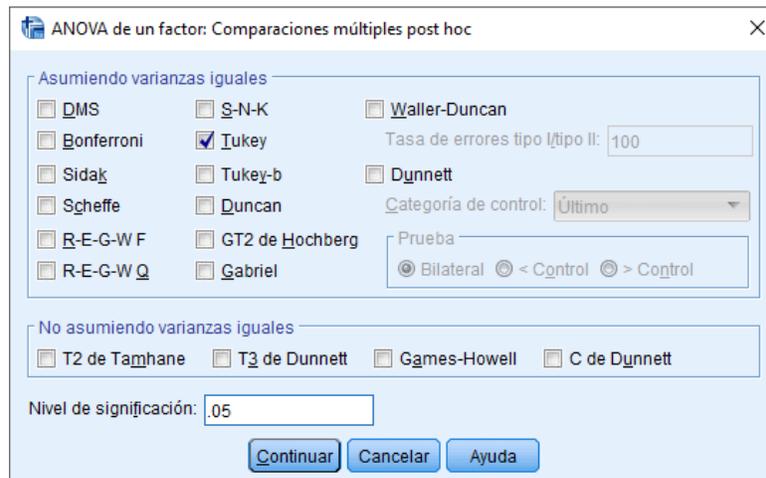
Seleccionamos la opción **ANOVA de un factor** y se activa la siguiente ventana (Figura 24). En ella colocaremos la siguiente información: la variable **Total [Total]** que es el puntaje total de la Escala de Actitud hacia la Estadística se coloca en la ventana **Lista de dependientes**, en **Factor** colocamos la variable **CalifEstP33 [CalifEstP33]**, la clasificación de rendimiento en tres grupos alto, medio y bajo.

Figura 24. Ventana de ANOVA I



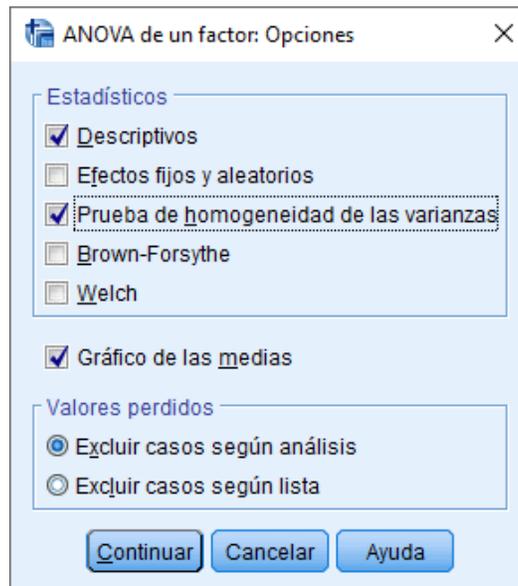
La prueba de **ANOVA I**, por sí sola, nos indica si la diferencia en los grupos de contraste es significativa, pero no nos dice cuáles son los grupos con mayor media respecto a los otros grupos de contraste y si esta diferencia es significativa. Por lo que es necesario solicitar una prueba extra, para ello seleccionamos en la venta **ANOVA de un factor** el botón **Post hoc**, en la ventana que se muestra (Figura 25), seleccionamos la opción **Tukey** en **Asumiendo varianzas iguales**. Pardo y Ruiz (2005, p. 350) afirman que este método es uno de los de mayor aceptación. En el **Nivel de significación** escribimos el valor de **0.05**. Elegimos botón **Continuar**.

Figura 25. Pruebas post hoc



A continuación, presionamos el botón **Opciones**. En la nueva ventana (Figura 26) seleccionamos del conjunto **Estadísticos, Descriptivos**, la **Prueba de homogeneidad de las varianzas** y si el usuario lo desea el **Gráfico de las medias**. Elegimos el botón **Continuar**. Regresamos a la ventana principal y seleccionamos el botón **Aceptar**.

Figura 26. Opciones de ANOVA



Interpretación

En la **Ventana de resultados** el programa nos muestra el resultado del análisis de varianza con cuatro tablas y una gráfica. La primera Tabla (22) **Descriptivos** contiene el número de integrantes por grupo (N), la media del puntaje de la escala de actitud, la desviación estándar, así como los valores mínimos y máximos de la variable medida (actitud hacia la estadística) de cada grupo.

Tabla 22. Descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Rendimiento bajo	105	81.84	9.521	60	99
Rendimiento medio	98	88.80	9.776	69	113
Rendimiento alto	118	93.55	10.476	73	121
Total	321	88.27	11.068	60	121

Nota. Tabla editada de la original

La Tabla 23 nos informa del resultado de la homogeneidad de las varianzas. Debemos seleccionar la fila **Se basa en la media** y, al igual que en la prueba *t* de Student, el valor de **Sig. = 0.620** como es mayor a nuestro valor establecido **Sig. = 0.05** aceptamos la hipótesis de igualdad de varianzas y concluir que, en las *poblaciones* definidas por las tres categorías de rendimiento académico, las varianzas de la variable *actitud hacia la estadística* son iguales. Por tal motivo se confirma podemos utilizar la prueba post hoc Tukey de la sección **Asumiendo varianzas iguales**. Si el valor de Sig., fuera menor a 0.05 entonces deberíamos seleccionar una prueba post hoc del bloque **No asumiendo varianzas iguales**.

Tabla 23. Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico			
		de Levene	gl1	gl2	Sig.
Total	Se basa en la media	.478	2	318	.620
	Se basa en la mediana	.491	2	318	.613
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.491	2	315.817	.613
	Se basa en la media recortada	.487	2	318	.615

En la Tabla 24 ANOVA el programa presenta el resultado del análisis solicitado al programa. En ella reconocemos los valores para su interpretación y reporte. El valor **F** es igual a **36.627** con un nivel de significación observado igual a **Sig. = .000**, siendo este valor menor a **.05**, con esta información podemos concluir que hay diferencia significativa entre las medias de los tres grupos de rendimiento académico. La notación científica quedaría de la siguiente forma **F (2, 318) = 36.627, p ≤ .000**. Los valores **(2, 318)** son los grados de libertad y se obtienen de las filas Entre grupos y Dentro de grupos.

Tabla 24. Resultado del ANOVA

	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7661.599	2	3830.799	38.627	.000
Dentro de grupos	31537.361	318	99.174		
Total	39198.960	320			

En la Tabla 25 **Comparaciones múltiples** se encuentra el resultado de la prueba **HSD Tukey (diferencia honestamente significativa de Tukey por sus siglas en inglés)**, prueba similar a la *t* de Student. La presentación de los resultados nos recuerda la tabla que devuelve SPSS® cuando solicitamos el análisis de correlación, los datos se presentan en “espejo” o como un reflejo de sí mismos. Por tal motivo los contrastes se duplican y encontramos **Rendimiento bajo vs Rendimiento alto** y **Rendimiento alto vs Rendimiento bajo**.

El programa SPSS®, en la columna **Diferencias de medias (I – J)**, indica con un * o dos ** si la diferencia de medias es significativa en el nivel .05 o .01 respectivamente y en la columna **Sig.** el valor de la significación, el cual si es menor o igual a .05 podemos afirmar que la diferencia en las medias de los dos grupos de contraste es significativa. Por ejemplo, en el contraste **Rendimiento alto vs Rendimiento bajo** la diferencia en las medias es de 11.713 y la sig. = .000, valor que es menor a .05, por lo tanto, podemos afirmar que la diferencia es estadísticamente significativa. Así también, el contraste **Rendimiento alto vs Rendimiento medio** es estadísticamente significativa (sig. = .000) Observe el lector que se confirma el resultado obtenido con el análisis de la prueba *t* de Student realizada en el apartado anterior.

Tabla 25. Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Total

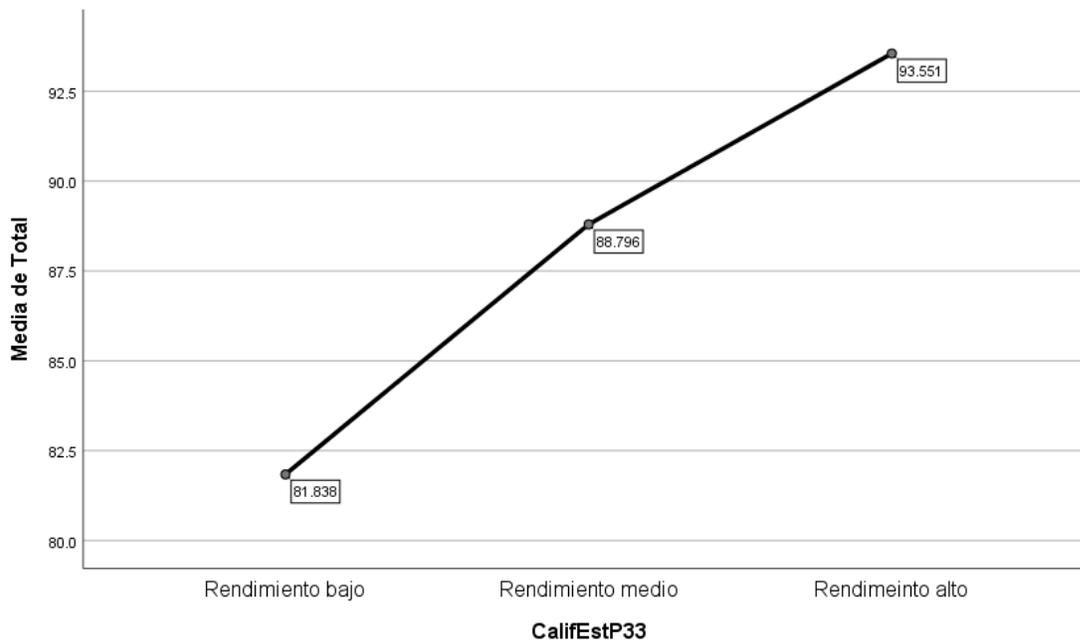
HSD Tukey

(I) CalifEstP33	(J) CalifEstP33	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Rendimiento bajo	Rendimiento medio	-6.958*	1.399	.000	-10.25	-3.66
	Rendimiento alto	-11.713*	1.336	.000	-14.86	-8.57
Rendimiento medio	Rendimiento bajo	6.958*	1.399	.000	3.66	10.25
	Rendimiento alto	-4.755*	1.361	.002	-7.96	-1.55
Rendimiento alto	Rendimiento bajo	11.713*	1.336	.000	8.57	14.86
	Rendimiento medio	4.755*	1.361	.002	1.55	7.96

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Por último, la Figura 27 **Gráfico de medias** muestra una representación del promedio de la actitud hacia la estadística de cada grupo de rendimiento académico. Se observa una tendencia de incremento que va de una actitud menos favorable del grupo de rendimiento bajo a una actitud más favorable del grupo de rendimiento alto.

Figura 27. Promedio de la actitud hacia la estadística



Reporte

El reporte de la decisión de la comprobación de hipótesis puede quedar de la siguiente manera: **Existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los tres grupos de rendimiento y podemos atribuirla a la diferente actitud hacia la estadística que tiene cada uno de ellos [F (2, 318) = 36.627, $p \leq .000$]. Las comparaciones post hoc con la prueba HSD Tukey indican que el contraste entre el grupo de rendimiento alto (M= 93.55) en comparación con el grupo de rendimiento bajo (M= 81.84) es estadísticamente significativa ($\alpha = .002$) así como el contraste entre el grupo de rendimiento medio (M = 88.80) y el grupo de rendimiento bajo (M= 81.84) con una significación $\alpha = .000$. (Ver Tabla 26).**

Tabla 26. Resumen de la prueba de ANOVA I

Prueba estadística: Análisis de varianza de tipo I	
Variable independiente: Rendimiento	Variable dependiente: Actitud hacia la estadística
H₀: No existe diferencia en los tres grupos de rendimiento en relación con su actitud hacia la estadística.	H₁: Existe diferencia en los tres grupos de rendimiento en relación con su actitud hacia la estadística.
Decisión Estadística: Se acepta H ₁	
<p>Redacción de resultados:</p> <p>Existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los tres grupos de rendimiento y podemos atribuirla a la diferente actitud hacia la estadística que tiene cada uno de ellos [F (2, 318) = 36.627, p ≤ .000]. Las comparaciones post hoc con la prueba HSD Tukey indican que el contraste entre el grupo de rendimiento alto (\bar{x}= 93.55) en comparación con el grupo de rendimiento bajo (\bar{X}= 81.84) es estadísticamente significativa (α = .002) así como el contraste entre el grupo de rendimiento medio (\bar{x} = 88.80) y el grupo de rendimiento bajo (\bar{X}= 81.84) con una significación α = .000.</p>	

Ejercicio

Invitamos al lector a realizar como ejercicio de práctica la comparación entre los grupos de rendimiento académico y los cinco factores del instrumento. Al igual que en las otras pruebas es posible solicitar el análisis de manera simultánea, los cinco factores a la vez, sin embargo la cantidad de información que devuelve el programa puede ser abrumadora. A continuación, se muestra el resultado de la prueba ANOVA I para los cinco contrastes de la escala Auzmendi (1992). Observe que la comparación entre los tres grupos de rendimiento en el factor Ansiedad no es significativa la diferencia entre sus medias [**F (2, 318) = 38,222, p ≤ .055**], sin embargo, el contraste HSD Tukey indica que entre el grupo de rendimiento alto y bajo la diferencia es significativa (**sig. = .045**), este resultado, en apariencia contradictorio, se explica por el procedimiento que cada prueba utiliza (Tabla 27).

Tabla 27. ANOVA I factores de la Escala Auzmendi

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Utilidad	Entre grupos	396.201	2	198.101	27.622	0.000
	Dentro de grupos	2280.684	318	7.172		
	Total	2676.885	320			
Ansiedad	Entre grupos	76.445	2	38.222	2.933	0.055
	Dentro de grupos	4143.543	318	13.030		
	Total	4219.988	320			
Confianza	Entre grupos	432.256	2	216.128	24.534	0.000
	Dentro de grupos	2801.370	318	8.809		
	Total	3233.626	320			
Agrado	Entre grupos	811.906	2	405.953	47.305	0.000
	Dentro de grupos	2728.979	318	8.582		
	Total	3540.885	320			
Motivación	Entre grupos	113.754	2	56.877	8.263	0.000
	Dentro de grupos	2188.806	318	6.883		
	Total	2302.561	320			

Pruebas no paramétricas

La estadística no paramétrica (Siegel y Castellan, 2003) estudia las pruebas y modelos estadísticos cuya distribución subyacente no se ajusta a los llamados criterios paramétricos. Su distribución no puede ser definida a priori, pues son los datos observados los que la determinan. La utilización de estos métodos se hace recomendable cuando 1) no se puede asumir que los datos se ajusten a una distribución normal, 2) cuando el nivel de medida empleado sea de tipo ordinal o en algunos casos nominal, y 3) cuando el tamaño de la muestra sea menor alrededor de unos 30 o 50 participantes, además 4) que la muestra no sea aleatoria (Aron y Aron, 2001).

Al igual que en la estadística paramétrica, las pruebas clasificadas como no paramétricas buscan comprobar hipótesis de asociación o diferencia y, como veremos continuación, a cada prueba paramétrica le corresponde una de tipo no paramétrica para realizar el análisis de datos. En este apartado utilizaremos el archivo **01-Auzmendi-MH-90** que contiene igual tamaño de muestra de hombres ($n = 45$) y mujeres ($n = 45$) para un total de 90 participantes. Los datos de este archivo fueron extraídos de manera aleatoria de la matriz de datos **Auzmendi-321**, para ello se utilizó el procedimiento **Seleccionar casos, muestra aleatoria de datos**, para la muestra de 276 mujeres y así igualar la muestra de acuerdo con la variable sexo.

Como primera actividad vamos a verificar si el puntaje total de la Escala de Actitud hacia la Estadística, variable **Total**, se distribuye con normalidad. Utilizamos el siguiente procedimiento **Analizar / Pruebas no paramétricas / Cuadros de diálogo antiguos / K-S de 1 muestra...**

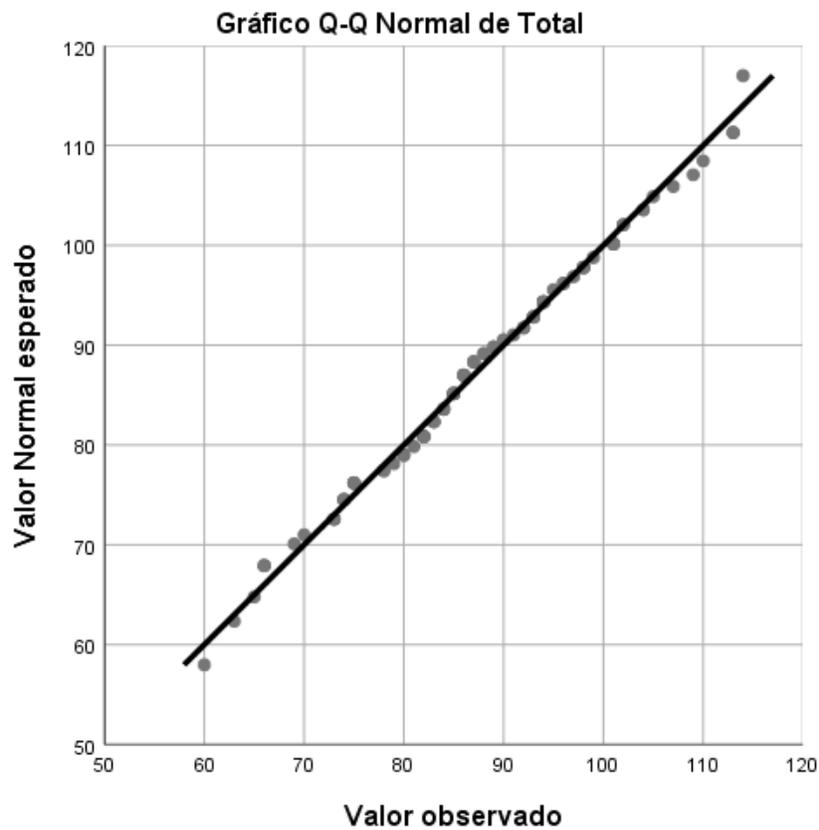
El programa SPSS devuelve la tabla de K-S (Tabla 28) de la cual podemos observar un valor K-S es no significativo ($\text{sig.} = .200$) y se confirma la decisión con el **Grafico Q -Q Normal** (Figura 28), lo que indica que la distribución se aproxima a la curva normal, y podríamos utilizar estadística paramétrica. Sin embargo, el tamaño de muestra es de 90 participantes y se reduce más al considerar variables de clasificación

cómo sexo o rendimiento académico, por ejemplo. Por tal motivo sugerimos el empleo de pruebas no paramétricas.

Tabla 28. Prueba de K-S para una muestra

		Total
N		90
Parámetros normales	Media	87.49
	Desv. Desviación	11.990
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.061
	Positivo	.061
	Negativo	-.057
Estadístico de prueba		.061
Sig. asintótica(bilateral)		.200

Figura 28. Gráfico Q.Q



rho de Spearman

Al igual que la prueba r de Pearson, el **coeficiente de correlación de rangos de Spearman (r_s), también conocido como *rho***, se utiliza para saber si dos conjuntos de puntajes, medidas por lo menos en una escala ordinal, están relacionados y el grado de esa correlación (Camacho, 2008). El valor del coeficiente de correlación de rangos de Spearman puede tomar valores desde menos uno (-1) hasta uno ($+1$), mientras más cercano a uno sea el valor del coeficiente de correlación de rangos, en cualquier dirección, más fuerte será la asociación lineal entre las dos variables. Por el contrario, mientras más cercano a cero sea el coeficiente de correlación, este indicará que la asociación entre ambas variables es más débil o con una tendencia a ser nula. Si es igual a cero se concluirá que no existe relación lineal alguna entre ambas variables.

La hipótesis para probar es *correlacional* de tipo:

“A mayor X, mayor Y”,

“A menor X, menor Y”,

“A mayor X, menor Y”,

“A menor X, mayor Y”.

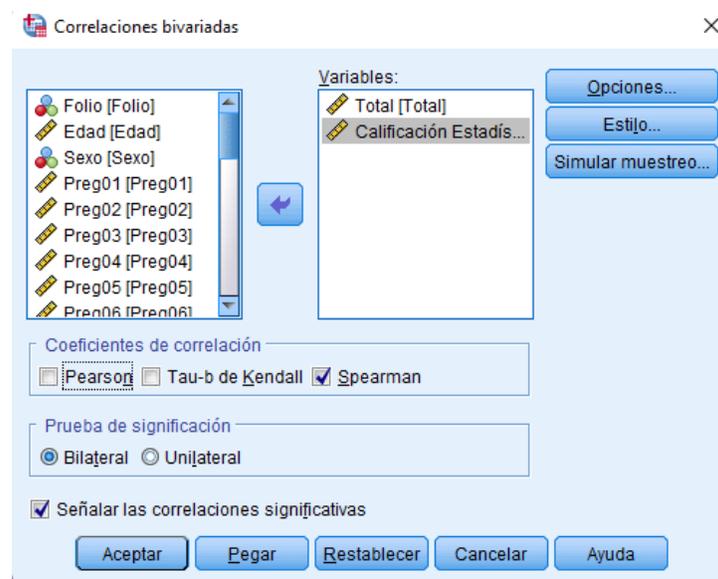
El signo de la relación indica si la relación es positiva (+) o negativa (-), expresando esa dirección de la siguiente forma:

Positiva	Negativa
Indica relación directa entre variables.	Indica relación inversa entre variables.
<ul style="list-style-type: none">• Los valores altos de x están asociados con los valores altos en y.• Los valores bajos en x están asociados con valores bajos en y.	<ul style="list-style-type: none">• Los valores bajos en x están asociados con valores altos en y.• Los valores altos en x se relacionan con valores bajos de y.

El procedimiento de cálculo del **coeficiente de correlación de rangos de Spearman (r_s)** en el programa SPSS® 25, es la siguiente. Establecemos la hipótesis que deseamos comprobar: **Existe una relación entre la calificación en la materia de estadística y la actitud de los estudiantes hacia esta área de conocimiento.**

Del menú **Análisis / Correlacionar / Bivariadas**, en la ventana que se muestra (Figura 29) seleccionamos dos variables **Calificación de Estadística [CalEst]** y **Total [Total]**, las trasladamos a la ventana **Variables**. Verificamos que las opciones **Spearman**, **Bilateral** y **Señalar las correlaciones significativas** estén activas. Presionamos el botón **Aceptar**.

Figura 29. Correlación Spearman



En el **Visor de resultados**, SPSS® devuelve la Tabla 29 **Correlaciones**, en ella observamos el valor de la correlación entre la **Calificación de Estadística** y el puntaje **Total** de la escala ($r = .494$), en el segundo renglón se encuentra la significación (Sig.) bilateral ($p \leq .000$), indicada también por dos asteriscos en el valor de la correlación. En la tercera fila tenemos el tamaño de la muestra $n = 90$ participantes.

Tabla 29. Correlaciones Spearman

		Calificación		
		Total	Estadística	
Rho de Spearman	Total	Coeficiente de correlación	1.000	.494**
		Sig. (bilateral)	.	.000
		N	90	90
Calificación Estadística	Calificación	Coeficiente de correlación	.494**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	90	90

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación

La interpretación del **coeficiente de correlación de rangos de Spearman (r_s)**, igual tiene dos elementos, el primero de ellos indica la ***dirección*** de la correlación (positiva + / negativa -) y la ***magnitud*** de la correlación entre las variables, que va de cero a +1 hasta -1. El segundo elemento indica si la correlación entre las variables es significativa estadísticamente cuando la probabilidad (*p valor*) es menor o igual a 0.05 ($p \leq 0.05$). Las siguientes Tablas (30 y 31) puede ayudar con la interpretación.

Tabla 30. Guía para la interpretación de r de Pearson (dirección y magnitud)

Relación (+/-)	Magnitud
-0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.50	Correlación negativa media
-0.25	Correlación negativa débil
-0.10	Correlación negativa muy débil
0.00	No existe correlación alguna entre las variables
0.10	Correlación positiva muy débil
0.25	Correlación positiva débil
0.50	Correlación positiva media
0.75	Correlación positiva considerable
0.90	Correlación positiva muy fuerte

Fuente. Elaboración propia

Tabla 31. Guía para la interpretación del p valor

Sig. (p)	Interpretación (Correlación)
0.10	No significativa
0.09	
0.08	
0.07	
0.06	
0.05	Significativa
0.04	
0.03	
0.02	
0.01	
0.00	

Fuente. Elaboración propia.

El valor de $r_s = .494$ es “próximo” al valor de $.50$ cuya magnitud se interpreta como una **correlación positiva media**, el valor de la **significación** es $p = .000$ y se encuentra en la región de **significativa estadísticamente**.

Reporte

El reporte del resultado de esta prueba estadística, como de las otras pruebas que se muestran, depende del estilo de redacción del investigador. En este ejercicio podemos indicar lo siguiente: **Existe una correlación positiva media entre la calificación y la actitud ($r_s = 0.494$, $p \leq 0.000$)**. Otro ejemplo de redacción para reportar el resultado es el siguiente: **Con el propósito de analizar la relación entre la calificación en estadística y la actitud del alumno hacia esta materia, se hizo un análisis con el coeficiente de correlación de rangos de Spearman (r_s), entre ambas variables y se obtuvo una asociación positiva media y significativa ($r_s = 0.494$, $p \leq 0.000$)**. Una tercera opción es la siguiente: **Existe una correlación positiva media entre la calificación en estadística y la actitud del alumno hacia esta materia ($r_s = 0.494$, $p \leq 0.000$)**.

La siguiente Tabla (32) la podemos utilizar para concentrar la información, veamos:

Tabla 32. Resumen rs de Spearman, actitud - calificación

Prueba estadística: coeficiente de correlación de rangos de Spearman (r_s)	
Variable x: Calificación en la materia de estadística	Variable y: Puntaje en la Escala de actitud hacia la estadística
H₀: No existe una relación entre la calificación en la materia de estadística y la actitud de los estudiantes hacia esta área de conocimiento.	H₁: Existe una relación entre la calificación en la materia de estadística y la actitud de los estudiantes hacia esta área de conocimiento.
Decisión Estadística: Se acepta H ₁	
<p>Redacción de resultados:</p> <p>Con el propósito de analizar la relación entre la calificación en la materia de estadística y la actitud del alumno hacia esta materia, se hizo un análisis de correlación rho de Spearman entre ambas variables y se obtuvo una asociación positiva media y significativa ($r_s = .499$, $p \leq .000$).</p>	

Ejercicio

Invitamos al lector a realizar el análisis de relación entre la variable **Calificación** en la materia de **estadística**, el **puntaje total** del instrumento y sus **5 factores**. El procedimiento es el mismo, claro la tabla que devuelve el programa SPSS® es mayor pero muy familiar. Presentamos la Tabla 33 para que coteje sus resultados.

Tabla 33. Correlaciones Spearman

		Calificación Estadística	Total	Utilidad	Ansiedad	Confianza	Agrado	Motivación	
Rho de Spearman	Calificación Estadística	Coefficiente de correlación	1.000	.494**	.425**	0.181	.484**	.483**	.282**
		Sig. (bilateral)		0.000	0.000	0.088	0.000	0.000	0.007
Total		Coefficiente de correlación	.494**	1.000	.635**	.700**	.779**	.756**	.690**
		Sig. (bilateral)	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Utilidad		Coefficiente de correlación	.425**	.635**	1.000	0.148	.355**	.450**	.534**
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000		0.163	0.001	0.000	0.000
Ansiedad		Coefficiente de correlación	0.181	.700**	0.148	1.000	.650**	.376**	.278**
		Sig. (bilateral)	0.088	0.000	0.163		0.000	0.000	0.008
Confianza		Coefficiente de correlación	.484**	.779**	.355**	.650**	1.000	.459**	.340**
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.001	0.000		0.000	0.001
Agrado		Coefficiente de correlación	.483**	.756**	.450**	.376**	.459**	1.000	.487**
		Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
Motivación		Coefficiente de correlación	.282**	.690**	.534**	.278**	.340**	.487**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.007	0.000	0.000	0.008	0.001	0.000	

U de Mann-Whitney

La prueba U de Mann-Whitney se emplea para comparar dos grupos no relacionados. Es la prueba no paramétrica del contraste equivalente a la t de Student para muestras independientes y se recomienda su empleo cuando no se cumplen los supuestos en los que se basa la prueba t (normalidad y homocedasticidad), o porque el nivel de medida es ordinal y el tamaño de las muestras es menor a 30 sujetos (Romero, 2013; Siegel y Castellan, 2003).

Con el objetivo de ejemplificar el empleo de la prueba U de Mann, realizaremos el mismo procedimiento de clasificación previo al uso de la t de Student. Partimos de la siguiente premisa: **los estudiantes universitarios con “calificaciones altas” en la materia de estadística tienen una actitud más favorable hacia esta área de conocimiento que los alumnos con “calificaciones bajas” en dicha asignatura.**

Primero calculamos los percentiles de la variable **Calificación Estadística** para la muestra de 90 participantes. Recuerda, tenemos que ir a **Analizar / Estadísticos descriptivo / Frecuencias**. Seleccionamos la variable **Calificación Estadística (CalfEst)** de la lista de la izquierda y la trasladamos a la ventana derecha. Seleccionamos el botón **Estadísticos**. En **Valores percentiles** seleccionamos la opción **Percentiles**, escribimos 33 y presionamos el botón **Añadir**. Realizamos el mismo procedimiento para el percentil 66. Presionamos el botón **Continuar** y después el botón **Aceptar**. Con este procedimiento dividiremos el grupo en tres partes (Tabla 34).

Tabla 34. Percentiles

Estadísticos		
Calificación Estadística		
N	Válido	90
	Perdidos	0
Percentiles	33	73.00
	66	89.00

Con esta información procedemos a establecer los criterios de categorización con los criterios siguientes:

Valor	Intervalo	Nombre
1	0 – 73	Rendimiento bajo
2	74 – 89	Rendimiento medio
3	90 – 100	Rendimiento alto

Ahora recodificamos **Calificación Estadística** en una variable categórica, nuestra variable de agrupación. Vamos al menú **Transformar / Recodificar en distintas variables**. Llenamos el cuadro de dialogo y seleccionamos el botón **Aceptar**. En la **Ventana de resultados** veremos únicamente las instrucciones del programa y en el **Editor de datos** en la pestaña **Vista de datos** veremos una columna al final con los números 1, 2 y 3. Ahora es necesario proporcionar la información de esta nueva variable. En la pestaña **Vista de variables**, en la columna **Valores** activamos la celda correspondiente a la nueva variable y escribimos la información arriba señalada. Cada vez que indiquemos el **Valor** y la **Etiqueta**, se activará el botón **Añadir** que debemos seleccionar, así hasta completar la información. Al terminar seleccionamos el botón **Aceptar**.

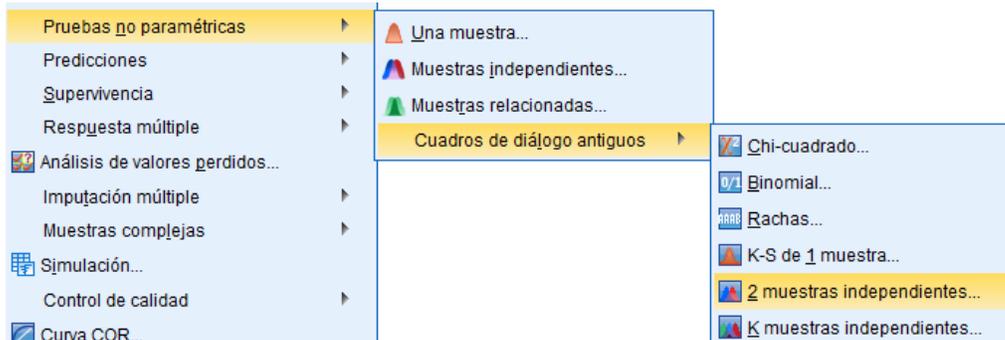
Con el fin de verificar las frecuencias de nuestra nueva variable procedemos **Analizar / Estadísticos descriptivo / Frecuencias**. Seleccionamos la nueva variable y dejamos activa la opción **Mostrar tabla de frecuencias**. El programa nos devuelve la Tabla 35, en ella podemos observar que en grupo de Rendimiento alto tiene 29 alumnos, equivalente a un 32.2% del total, y el grupo de Rendimiento bajo tiene 31 alumnos equivalente a un 34.4%.

Tabla 35. Frecuencias de la variable Calif33

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Rendimiento bajo	31	34.4	34.4	34.4
	Rendimiento medio	30	33.3	33.3	67.8
	Rendimiento alto	29	32.2	32.2	100.0
	Total	90	100.0	100.0	

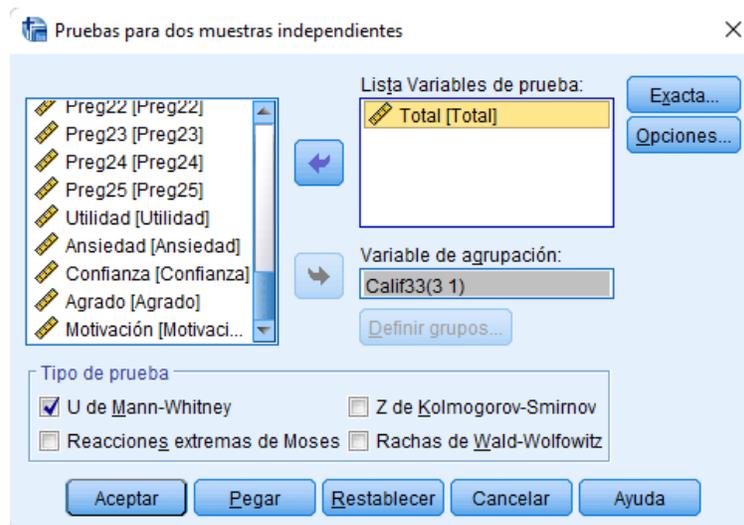
Con esta información realizaremos el ejercicio. La **U de Mann-Whitney** se encuentra en el menú **Analizar > Pruebas no paramétricas > 2 muestras independientes** (Figura 31).

Figura 31. Prueba U de Mann



Seleccionamos y vemos la siguiente ventana **Prueba para dos muestras independientes**. En ella, de la lista de variables de la izquierda, seleccionamos la nueva variable **Calif33** y la colocamos en **Variable de agrupación**, presionamos el botón **Definir variables** e indicamos los grupos de contraste (3,1). Enseguida seleccionamos la variable **Total [Total]** y la colocamos en la ventana **Lista de Variables de Prueba**. Verificamos que en **Tipo de prueba** este seleccionada la opción **U de Mann-Whitney**. En el botón **Opciones...** seleccionamos **Descriptivos** (Figura 32).

Figura 32. Pruebas... U de Mann-Whitney



Una vez elegidas las alternativas del cuadro de diálogo presionamos el botón **Aceptar**. En el visor de resultados aparecen tres tablas con la información correspondiente al estadístico. Primero vemos los **Descriptivos** media y desviación estándar para las variables **Total** y **Calif33**. La tabla **Rangos** contiene el tamaño de cada grupo (n), el rango promedio que indica el número de rangos asignados a cada grupo y en la última columna aparece la suma de esos rangos (Tabla 36). En la tabla **Estadísticos de contraste**, se muestran los valores de las pruebas de **W Wilcoxon** y **Z**, además de la **U de Mann-Whitney**.

Tabla 36. Rangos U de Mann

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Total	Rendimiento bajo	31	22.58	700.00
	Rendimiento alto	29	38.97	1130.00
	Total	60		

Interpretación

La **interpretación** de la prueba es la siguiente. Si el valor de **Sig. Asintótica (bilateral)** es igual o menor a .05 ($p \leq .05$) se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 , y decimos que hay diferencia significativa entre los grupos comparados (Tabla 37).

Tabla 37. Estadísticos de prueba^a

	Total
U de Mann-Whitney	204.000
W de Wilcoxon	700.000
Z	-3.634
Sig. asintótica(bilateral)	.000

a. Variable de agrupación: Calif33

Reporte

El reporte e interpretación de la prueba puede ser la siguiente: **Con el propósito de conocer si existe diferencia estadísticamente significativa entre los alumnos de rendimiento alto y rendimiento bajo, con relación a su actitud hacia la estadística, se llevó a cabo una prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes; como resultado se identificó que existen diferencias (U=204, $p < .000$) entre la actitud del grupo de rendimiento alto (rango = 38.97) y los alumnos del grupo de rendimiento bajo (rango = 22.58). Ver Tabla 38.**

Tabla 38. Resumen U de Mann-Whitney

Prueba estadística: U de Mann-Whitney (U)	
Variable x: Calificación en la materia de estadística	Variable y: Puntaje en la Escala de actitud hacia la estadística
H₀: No existe diferencia en la actitud hacia la estadística entre los grupos de rendimiento alto y bajo.	H₁: Los alumnos del grupo de rendimiento alto, en comparación con los alumnos de rendimiento bajo, muestran una actitud más favorable hacia la estadística.
Decisión Estadística: Se acepta H ₁	
Redacción de resultados:	
Con el propósito de conocer si existe diferencia estadísticamente significativa entre los alumnos de rendimiento alto y rendimiento bajo, con relación a su actitud hacia la estadística, se llevó a cabo una prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes; como resultado se identificó que existen diferencias (U=204, $p < 0.000$) entre la actitud del grupo de rendimiento alto (rango = 38.97) y los alumnos del grupo de rendimiento bajo (rango = 22.58).	

Ejercicio

El ejercicio que se propone para practicar la prueba U de Mann es realizar el contraste de los 5 factores de acuerdo con la variable sexo. La pregunta de investigación sería la siguiente: **La actitud hacia la estadística, así como de sus factores, ¿es diferente de acuerdo con el sexo de los estudiantes?**

En la Tabla 39 observamos el resultado del análisis estadístico ya señalado. El factor Motivación es el único cuya diferencia es estadísticamente significativa siendo las mujeres quienes tienen un mayor rango promedio (51.76) en comparación con los hombres (39.24). En los demás contrastes la diferencia no es significativa, sin embargo, la tendencia observada en que las mujeres tienen un mayor rango promedio en comparación con los hombres.

Tabla 39. Estadísticos de prueba^a

	Utilidad	Ansiedad	Confianza	Agrado	Motivación
U de Mann-Whitney	916.000	794.500	933.000	996.500	731.000
W de Wilcoxon	1951.000	1829.500	1968.000	2031.500	1766.000
Z	-0.783	-1.767	-0.647	-0.130	-2.288
Sig. asintótica(bilateral)	0.433	0.077	0.518	0.897	0.022

a. Variable de agrupación: Sexo

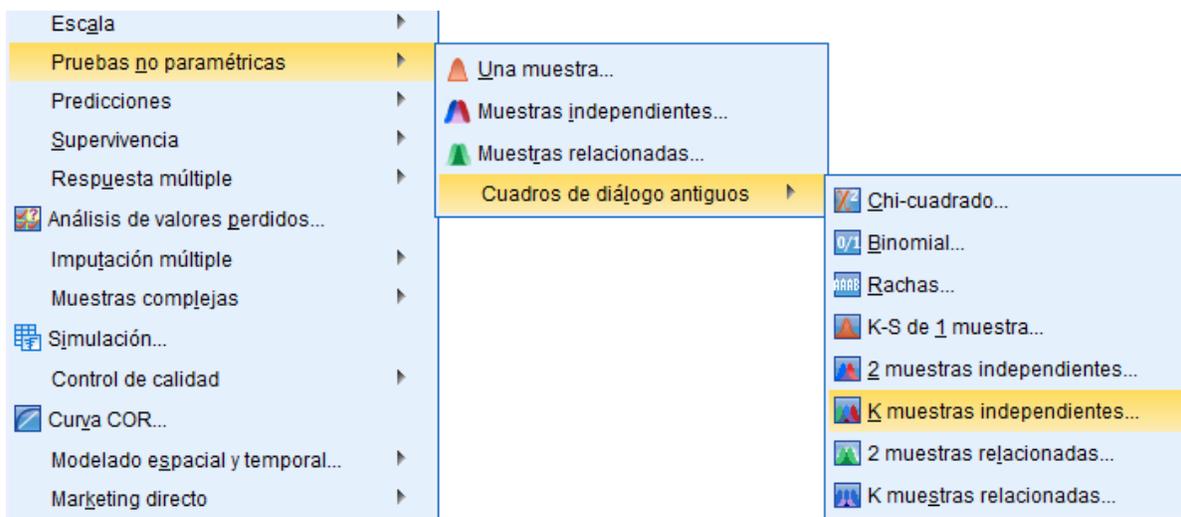
Análisis de varianza Kruskal Wallis

La prueba **H de Kruskal-Wallis** en la versión de la prueba de ANOVA I paramétrica. Se utiliza para identificar si existe diferencia estadísticamente significativa en los rangos promedios de tres o más grupos (Pardo y Ruiz, 2005).

El procedimiento de cálculo de la prueba **Kruskal Wallis (KW)** en el programa SPSS® se demostrará con las variables **Calificación Estadística** previamente **categorizado (Calif33)** y el puntaje **Total** de la Escala Auzmendi. La hipótesis para probar es la siguiente: **los estudiantes universitarios del grupo “Rendimiento alto” en la materia de estadística descriptiva tienen una actitud más favorable hacia esta área de conocimiento en comparación con los alumnos de los grupos “Rendimiento medio” y “Rendimiento bajo”** respectivamente.

La prueba **KW** se encuentra en el menú **Analizar > Pruebas no paramétricas > K muestras independientes** (Figura 33).

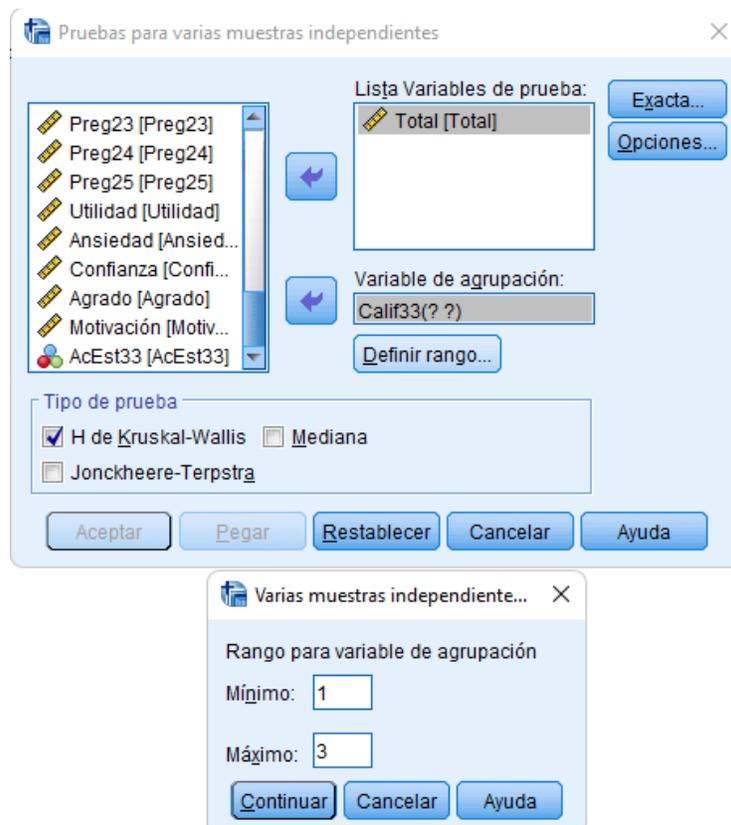
Figura 33. Ruta de la prueba KW



Seleccionamos y vemos la siguiente ventana **Pruebas para varias muestras independientes**. En ella, de la lista de variables de la izquierda, seleccionamos la nueva variable **Calif33** y la colocamos en **Variable de agrupación**, presionamos el botón **Definir rango** e indicamos los grupos de contraste (1,3). **Nota**, el programa solicita el

orden de menor a mayor de los rangos a contratar (**1, 2, 3, n rango**), si se coloca en orden inverso el programa mostrará una ventana de error. Enseguida seleccionamos la variable **Total [Total]** y la colocamos en la ventana **Lista de Variables de Prueba**. Verificamos que en **Tipo de prueba** este seleccionada la opción **H de Kruskal-Wallis**. En el botón **Opciones...** seleccionamos **Descriptivos** (Figura 34).

Figura 34. Disposición de variables prueba KW



Interpretación

El programa SPSS® devuelve tres tablas. La primera Tabla (40) incluye los descriptivos paramétricos de las variables de contraste media, desviación estándar, mínimos y máximos.

Tabla 40. Descriptivos paramétricos

	N	Media	Desv.		
			Desviación	Mínimo	Máximo
Total	90	87.49	11.990	60	114
Calif33	90	1.9778	.82077	1.00	3.00

La siguiente Tabla (41) incluye el número de participantes por grupo y el rango promedio de los n grupos de contraste en nuestro análisis.

Tabla 41. Rangos de la prueba KW

		Rango	
Calif33		N	promedio
Total	Rendimiento bajo	31	31.58
	Rendimiento medio	30	48.62
	Rendimiento alto	29	57.16
Total		90	

La última Tabla (42) contiene el valor de la prueba **H de Kruskal-Wallis**, los grados de libertad (**gl**) y la significación asintótica (**Sig.**) mismos que se utilizan en el reporte de nuestra prueba de hipótesis [**H (2) = 15.018, $p < 0.001$**]. Y se interpreta de la misma manera que ANOVA I, si la significación (Sig. asintótica) es menor o igual a $p \leq 0.05$, se dice que hay diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

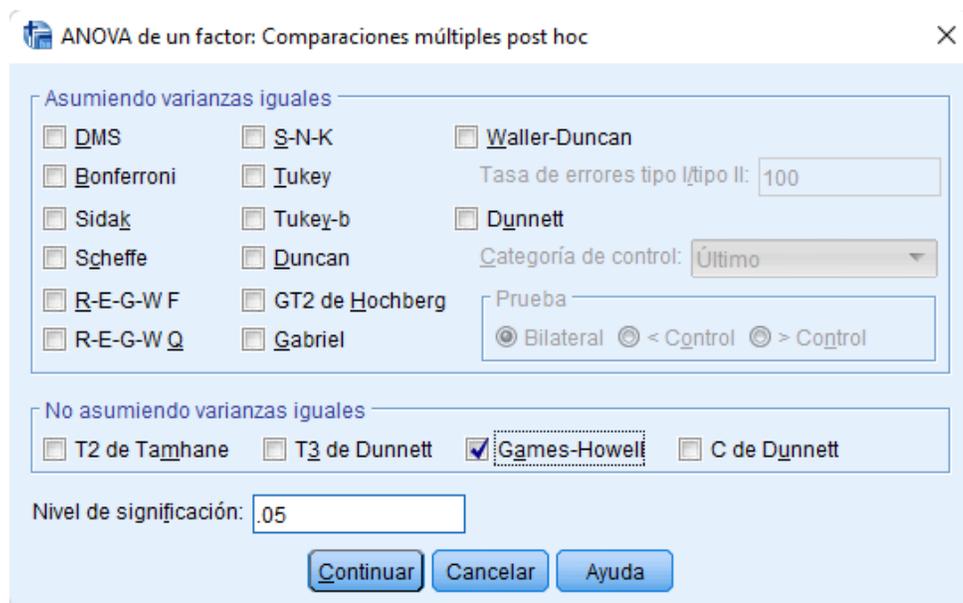
Tabla 42. Valor de la prueba KW.

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	Total
H de Kruskal-Wallis	15.018
gl	2
Sig. asintótica	.001

a. Prueba de Kruskal Wallis
b. Variable de agrupación: Calif33

De igual forma que la prueba de ANOVA paramétrica, la ANOVA de **Kruskal-Wallis**, únicamente nos indica si existe o no diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, pero no muestra cuál es el grupo que domina sobre los otros. Por tal motivo se sugiere realizar un análisis post hoc a través del procedimiento de ANOVA paramétrico indicando en **No asumiendo varianzas iguales** la comparación múltiple de **Games-Howell** (Figura 35) para datos no paramétricos.

Figura 35. Comparaciones post hoc para KW



La Tabla (43) que devuelve el programa, se interpreta de la misma forma que el post hoc empleado en la ANOVA paramétrica. El programa SPSS, en la columna **Diferencias de medias (I – J)**, indica con un * o dos ** si la diferencia de medias es significativa en el nivel .05 o .01 respectivamente y en la columna Sig. el valor de la significación, el cual si es menor o igual a .05 podemos afirmar que la diferencia en las medias de los dos grupos de contraste es significativa. Por ejemplo, en el contraste **Rendimiento alto vs Rendimiento bajo** la diferencia en las medias es de 12.50 y la sig. = .000, valor que es menor a .05, por lo tanto, podemos afirmar que la diferencia es estadísticamente significativa. De la misma forma el contraste de los grupos **Rendimiento medio vs Rendimiento bajo**, la diferencia es significativa = .025.

Tabla 43. Prueba Post hoc Games-Howell
Comparaciones múltiples

Variable dependiente:

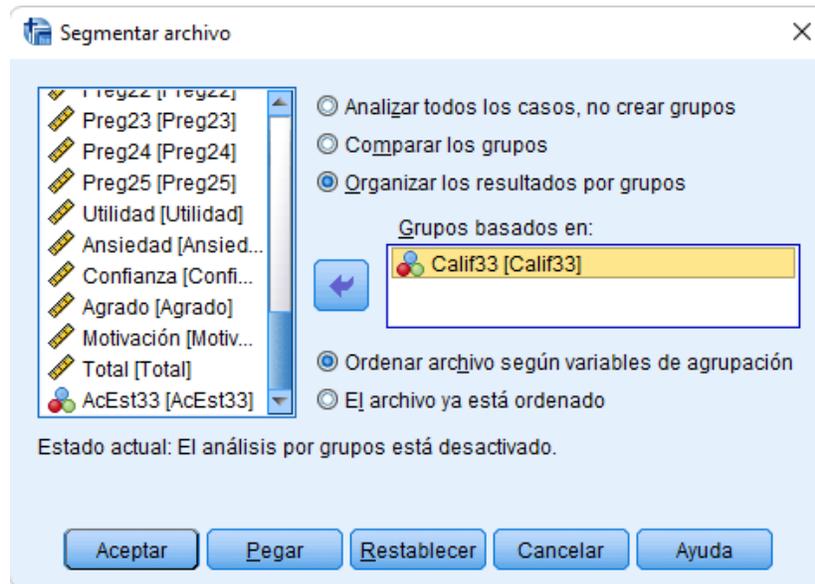
Games-Howell

(I) Calif33		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Rendimiento bajo	Rendimiento medio	-7.238*	2.698	0.025	-13.73	-0.75
	Rendimiento alto	-12.250*	2.844	0.000	-19.10	-5.40
Rendimiento medio	Rendimiento bajo	7.238*	2.698	0.025	0.75	13.73
	Rendimiento alto	-5.013	3.002	0.226	-12.24	2.21
Rendimiento alto	Rendimiento bajo	12.250*	2.844	0.000	5.40	19.10
	Rendimiento medio	5.013	3.002	0.226	-2.21	12.24

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Para reportar el resultado de la prueba es necesario conocer los valores de la **Mediana y el Rango**. Primero segmentamos el archivo de la siguiente forma (Figura 36): **Datos / Segmentar archivo / Organizar resultados por grupos** y agregamos nuestra variable independiente **Calif33 [Calificación Estadística]**. Ahora nos dirigimos a **Analizar / Estadísticos descriptivos / Frecuencias**, quitamos la opción **Mostrar tabla de frecuencias**, agregamos nuestra variable dependiente **Total [Actitud hacia la estadística]**. En la opción de **Estadísticos** seleccionamos **Mediana** de la opción **Tendencia central** y de la opción **Dispersión** seleccionamos **Rangos**. Damos clic en **Continuar**.

Figura 36. Segmentar archivo



Reporte

Con la información que el programa devuelve, procedemos a escribir los resultados de nuestra prueba de la siguiente manera: **Los resultados de la prueba H de Kruskal Wallis identificaron efecto del grupo de rendimiento académico (VI) sobre la actitud hacia la estadística (VD), $H(2) = 15.081$, $p < 0.001$. El análisis post hoc llevado a cabo con la prueba de Games Howell mostró que los participantes del grupo de Rendimiento alto tuvieron una puntuación más alta en la actitud hacia la estadística ($Md = 94$) que el grupo de Rendimiento bajo ($Md = 82$, $p < .000$). A su vez, los estudiantes del grupo de Rendimiento medio tuvieron una puntuación mayor en actitud hacia la estadística ($Md = 97$) que el grupo de Rendimiento bajo ($Md = 82$, $p < .000$) IC 95% [.75, 13.73]. Ver Tabla 44.**

Tabla 44. Resumen H de Kruskal-Wallis

Prueba estadística: H de Kruskal-Wallis	
Variable x: Rendimiento - Calificación en la materia de estadística (agrupado alto, medio, bajo)	Variable y: Puntaje en la Escala de actitud hacia la estadística
H₀: <i>No existe diferencia entre los tres grupos de rendimiento en relación con su actitud hacia la estadística.</i>	H₁: <i>Existe diferencia significativa en los tres grupos de rendimiento en relación con su actitud hacia la estadística.</i>
Decisión Estadística: Se acepta H ₁	
Redacción de resultados: Los resultados de la prueba H de Kruskal Wallis identificaron efecto del grupo de rendimiento académico (VI) sobre la actitud hacia la estadística (VD), $H(2) = 15.081$, $p < 0.001$. El análisis post hoc llevado a cabo con la prueba de Games Howell mostró que los participantes del grupo de Rendimiento alto tuvieron una puntuación más alta en la actitud hacia la estadística (Md = 94) que el grupo de Rendimiento bajo (Md = 82, $p < .000$). A su vez, los estudiantes del grupo de Rendimiento medio tuvieron una puntuación mayor en actitud hacia la estadística (Md = 97) que el grupo de Rendimiento bajo (Md = 82, $p < .000$) IC 95% [.75, 13.73].	

Ejercicio

Invitamos al lector a realizar el **ANOVA KW** con los cinco factores de la Escala Auzmendi. Los resultados del análisis los puede confirmar en la Tabla 45 diseñada como sugiere el manual APA.

Tabla 45. Comparación de la actitud hacia la estadística entre grupos de rendimiento

	RA	RM	RB	H	p
	Mdn (Rango)	Mdn (Rango)	Mdn (Rango)		
Actitud	94 (40)	87(44)	82 (36)	15.018	<.001
Utilidad	21(10)	19(14)	19(9)	11.519	<.003
Ansiedad	19(16)	17(15)	18(14)	2.026	<.363
Confianza	19(12)	18(14)	17(9)	16.933	<.000
Agrado	16(16)	16(11)	13(13)	17.56	<.000
Motivación	19(10)	19(13)	18(12)	7.97	<.019

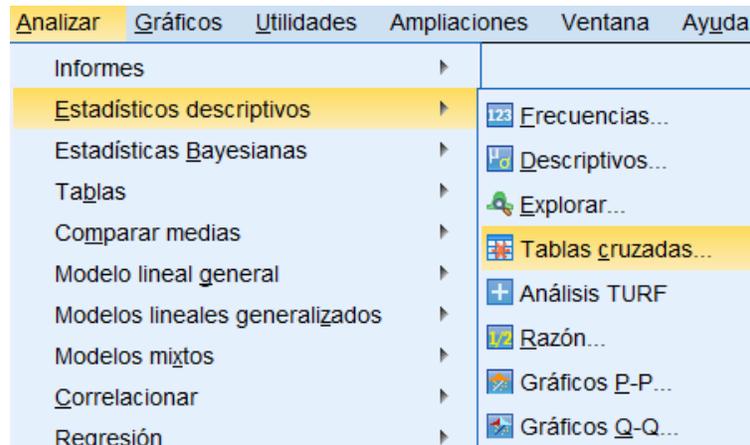
Chi cuadrado

El chi cuadrado es una prueba utilizada por los investigadores para determinar diferencias en las frecuencias de sucesos o bien, determinar si hay o no una asociación (contingencia o correlaciones) entre los factores de interés (Gardner, 2003). La cualidad de esta prueba reside en que cada factor es analizado en categorías o niveles que pueden indicar el grado (alto – medio – bajo) o una cualidad que el otro no tiene (hombre – mujer). La prueba chi cuadrado es una prueba no paramétrica, los datos con los que trabaja son de naturaleza nominal, posteriormente estos datos deben estar distribuidos en términos de frecuencias y organizados en tablas de contingencia de 2 x 2, 3 x 3, 2 x 3, etcétera (Siegel y Castellan, 2003). Para emplear la Chi cuadrada los datos no requieren describir una curva normal, pueden seguir una distribución libre, las medidas deben ser independientes y no pueden estar presentes en otra categoría de la tabla. Otro requisito es que el valor de las medidas esperadas sea mayor que cinco. La prueba Chi cuadrada compara las frecuencias observadas en ciertas categorías con las frecuencias que se obtendrían por casualidad (Pagano, 2006).

Iniciemos con la pregunta: **¿Existe relación entre la actitud hacia la estadística y su promedio de calificaciones en los estudiantes de psicología?** Vamos a trabajar con las variables categóricas **AcEst33** y **Calif33**, ambas variables están clasificadas en tres grupos **Alto, Medio y Bajo**. La premisa es que a una actitud favorable hacia la estadística está asociada una mejor calificación en la materia que cursan los estudiantes de psicología.

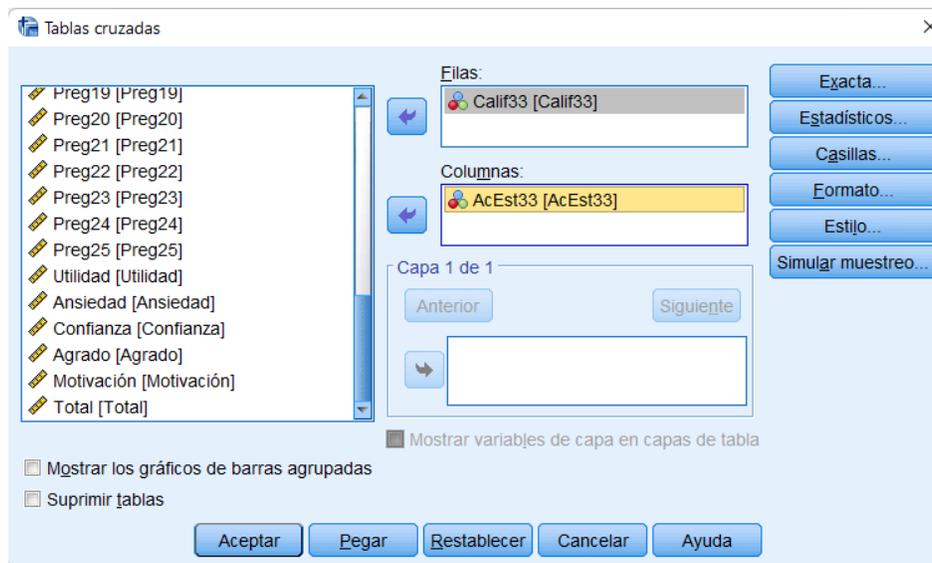
Para calcular la prueba Chi cuadrado en SPSS® (Figura 36) se debe elegir del menú **Analizar / Estadísticos descriptivos / Tablas cruzadas**

Figura 36. Tablas cruzadas



En la ventana emergente (Figura 37) colocamos en **Filas** la variable independiente **Calif33** [Calificación de Estadística descriptiva] y en **Columnas** la variable dependiente **AcEst33** [Actitud hacia la estadística], **a una actitud favorable hacia la estadística está asociada una mejor calificación en la materia que cursan los estudiantes de psicología.**

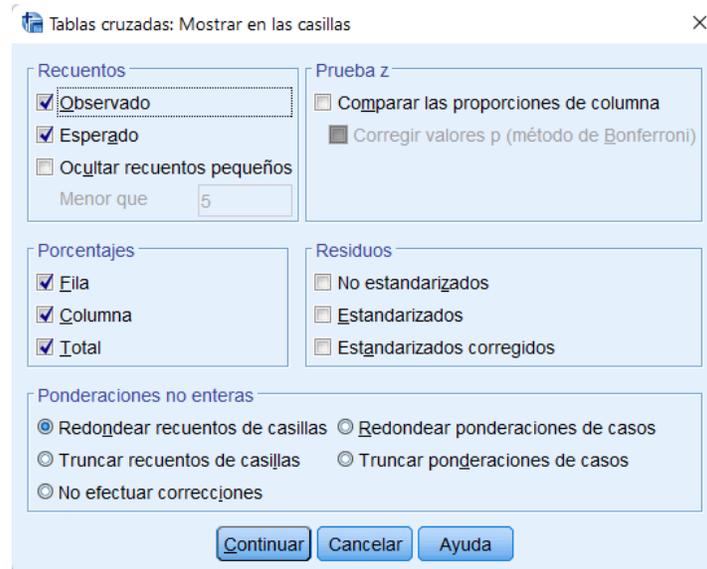
Figura 37. Disposición de variables



Del botón **Exacta...** seleccionamos la opción **Exacto** y la opción de **5 minutos**. Del botón **Estadísticos...** seleccionamos **Chi cuadrado** y de **Nominal** las opciones Coeficiente de contingencia y Phi y V de Cramer que nos darán la fuerza de asociación.

Del botón **Casillas...** seleccionamos **Recuentos / Observados y Esperados**, y de **Porcentajes** seleccionamos **Fila, Columna y Total** (Figura 38). Seleccionamos **Continuar**, luego **Aceptar**.

Figura 38. Diseño de casillas



Interpretación

De la Tabla (46) **cruzada Calif33*AcEst33** (Tabla 46) destacamos que ninguna frecuencia esperada es menor a 5 por lo que se cumple con este requisito de la Chi cuadrada (color amarillo). También observamos que las asociaciones marcadas en verde cuentan con la mayor frecuencia en comparación con las otras combinaciones. Esta asociación es la que la **Tabla 47 Pruebas de chi cuadrado** señala como significativa [$X^2 = 18.316, p < .001$]. En el caso que no se cumpla con el criterio de frecuencia esperada se recomienda el uso del valor de la **Prueba exacta de Fisher con la significación exacta bilateral** [$X^2 = 17.40, p < .001$]. Por último, en la Tabla (48) de **Medidas simétricas** vamos a elegir la prueba correspondiente de asociación: **Phi** para tablas de contingencia de 2 x 2, y **V de Cramer** cuando las variables tiene más de dos niveles, como es nuestro caso.

Reporte

Con esta información procedemos a redactar nuestro reporte: **De acuerdo con la prueba de χ^2 se observa que existe una asociación estadísticamente significativa entre la variable *calificación en la materia de estadística* y su *actitud hacia esta asignatura* [$\chi^2 = 18.316$, $p < .001$], siendo esta asociación débil y significativa [V de Cramer = 0.319, $p < .001$]. Se rechaza la hipótesis de independencia de variables y se acepta la hipótesis de asociación, se observa en la tabla de contingencia que los alumnos con una alta calificación en la materia de estadística muestran una actitud favorable a esta área de conocimiento. Por el contrario, los alumnos con una actitud desfavorable presentan bajas calificaciones en la materia. Ver Tabla 49.**

Tabla 46. Tabla cruzada Calif33*AcEst33

		AcEst33			Total	
		Actitud desfavorable	Actitud neutral	Actitud favorable		
Calif33	Rendimiento bajo	Recuento	18	9	4	31
		Recuento esperado	11.0	10.3	9.6	31.0
		% dentro de Calif33	58.1%	29.0%	12.9%	100.0%
		% dentro de AcEst33	56.3%	30.0%	14.3%	34.4%
		% del total	20.0%	10.0%	4.4%	34.4%
	Rendimiento medio	Recuento	6	15	9	30
		Recuento esperado	10.7	10.0	9.3	30.0
		% dentro de Calif33	20.0%	50.0%	30.0%	100.0%
		% dentro de AcEst33	18.8%	50.0%	32.1%	33.3%
		% del total	6.7%	16.7%	10.0%	33.3%
	Rendimiento alto	Recuento	8	6	15	29
		Recuento esperado	10.3	9.7	9.0	29.0
		% dentro de Calif33	27.6%	20.7%	51.7%	100.0%
% dentro de AcEst33		25.0%	20.0%	53.6%	32.2%	
% del total		8.9%	6.7%	16.7%	32.2%	
Total	Recuento	32	30	28	90	
	Recuento esperado	32.0	30.0	28.0	90.0	

% dentro de Calif33	35.6%	33.3%	31.1%	100.0%
% dentro de AcEst33	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
% del total	35.6%	33.3%	31.1%	100.0%

Tabla 47. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	18.316 ^a	4	0.001	0.001		
Razón de verosimilitud	18.201	4	0.001	0.001		
Prueba exacta de Fisher	17.400			0.001		
Asociación lineal por lineal	10.851 ^b	1	0.001	0.001	0.001	0.000
N de casos válidos	90					

a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 9.02.

b. El estadístico estandarizado es 3.294.

Tabla 48. Medidas simétricas

		Valor	Significación aproximada	Significación exacta
Nominal por Nominal	Phi	.451	.001	.001
	V de Cramer	.319	.001	.001
	Coeficiente de contingencia	.411	.001	.001
N de casos válidos		90		

Tabla 49. Resumen de la prueba chi cuadrado

Prueba estadística: Chi cuadrado (X^2)	
Variable x: Promedio de calificaciones en la materia de estadística (agrupado alto, medio, bajo).	Variable y: Actitud hacia la estadística (agrupado alto, medio, bajo)
H₀: <i>No existe relación entre la actitud hacia la estadística y su calificación en la materia.</i>	H₁: <i>Existe relación significativa entre la actitud hacia la estadística y su calificación en la materia.</i>
Decisión Estadística: Se acepta H ₁	
Redacción de resultados:	
<p>De acuerdo con la prueba de X^2 se observa que existe una asociación estadísticamente significativa entre la variable <i>calificación en la materia de estadística</i> y su <i>actitud hacia esta asignatura</i> [$X^2 = 18.316$, $p < 0.001$], siendo esta asociación débil y significativa [V de Cramer = 0.319, $p < 0.001$]. Se rechaza la hipótesis de independencia de variables y se acepta la hipótesis de asociación, se observa en la tabla de contingencia que los alumnos con una alta calificación en la materia de estadística muestran una actitud favorable a esta área de conocimiento. Por el contrario, los alumnos con una actitud desfavorable presentan bajas calificaciones en la materia.</p>	

Ejercicio

Invitamos al lector a realizar el ejercicio de Chi cuadrado para identificar si alguno de los dos sexos tiene una actitud favorable hacia la estadística. De acuerdo con los resultados no se observa una asociación entre las variables [$X^2 = 3.419$, $p < .185$], siendo la asociación débil y no significativa [Phi = .195, $p < .185$]. Recuerde las variables incluidas en el análisis son sexo y AcEst33.

Muestras relacionadas

El programa de la unidad de aprendizaje Estadística Inferencial incluye dos pruebas estadísticas para identificar si existe diferencia estadísticamente significativa en dos muestras relacionadas. Estas pruebas son la **t de Student para muestras relacionadas** clasificada como paramétrica y la **Wilcoxon** para datos con características no paramétricas. Estas pruebas estadísticas se utilizan en diseños de investigación cuya característica es que a una misma muestra se le toma una medición en una situación “antes” o previa a una intervención o suceso esperado, e inmediatamente “después” de la intervención se vuelve a tomar una medición para identificar si hay o no diferencia estadísticamente significativa en la muestra en el momento “antes” respecto al momento “después” (Kantowitz y Roediger y Elmes, 2001; Siegel y Castellan, 2003). Este diseño de investigación recibe distintos nombres: pre – post, intragrupal y de muestras relacionadas (Macguigan, 2009).

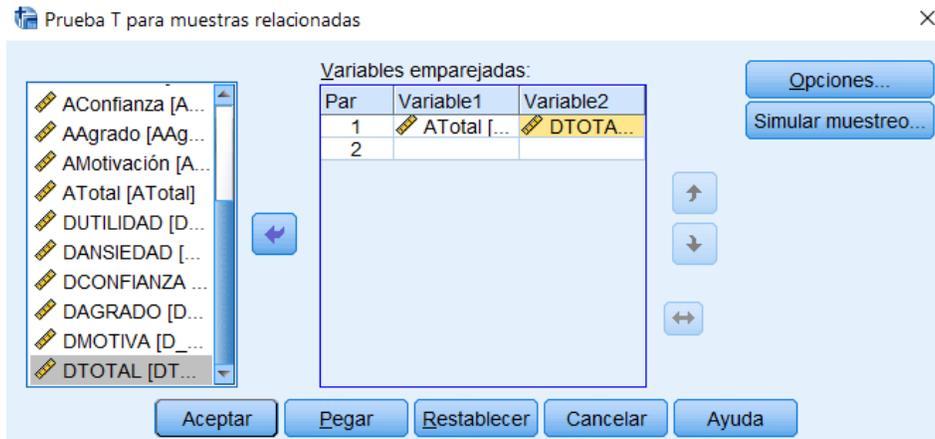
t de Student para muestras relacionadas

Para demostrar el uso de esta prueba estadística partimos del siguiente supuesto: **La actitud hacia la estadística de los alumnos previa al inicio del curso de estadística se ve modificada una vez concluida la materia.** Observe el lector que suponemos que la actitud hacia la estadística cambiará (o no) una vez que el curso de esta área de conocimiento termine. El “curso” de estadística es el “suceso esperado” que puede o no modificar la actitud que tienen los alumnos respecto esta área de conocimiento. Utilizaremos el archivo **02-Azmendi-AD-41** que tiene la medición de la actitud hacia la estadística de 41 estudiantes de psicología antes y después del curso de estadística.

El procedimiento para calcular en SPSS® 25 esta prueba es el siguiente: **Analizar / Comparar medias / Prueba T para muestras relacionadas.** El programa muestra la siguiente ventana (Figura 39) donde colocaremos en **Variable 1** los datos de la variable con nombre **ATotal** que hace referencia a la medición de la actitud hacia la estadística previa al inicio del curso. En **Variable 2** disponemos los datos de la variable **DTOTAL**, la

medición posterior al término del curso de estadística. El programa SPSS® activa una nueva línea en caso de que el usuario quiera calcular más de un contraste de manera simultánea. Presionamos el botón **Aceptar**.

Figura 39. Disposición de variables



Interpretación

En la ventana de Resultados SPSS® devuelve tres tablas, la primera contiene los descriptivos de las dos variables, la segunda muestra la correlación r de Pearson [$r=.139$, $p<.386$], en teoría se espera que la correlación entre las dos mediciones sea alta y significativa pues los datos provienen de una misma población. La última Tabla (50) contiene el valor de la t de Student para muestras emparejadas. En ella observamos que existe diferencia estadísticamente significativa entre las dos mediciones pues el valor de p es menor a $.05$.

Tabla 50. Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
				95% de intervalo de confianza de la diferencia					
Par		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
1	ATotal - DTOTAL	-8.512	17.101	2.671	-13.910	-3.114	-3.187	40	0.003

Reporte

El reporte del resultado de la prueba es el siguiente: **Encontramos diferencias estadísticamente significativas en la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología [t (40) = -3.187, p<.003], donde las puntuaciones de la medición 1 (M = 77.80, DE = 8.66) fue menor que la medición 2 (M = 86.32, DE = 15.99). Podemos afirmar que la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología fue más favorable una vez que concluyeron el curso.** Ver Tabla 51.

Tabla 51. Resumen *t* de Student para muestras relacionadas

Prueba estadística: t de Student para muestras relacionadas	
Variable x: Puntaje en la escala de actitud hacia la estadística antes de cursar la materia de estadística.	Variable y: Puntaje en la escala de actitud hacia la estadística después de cursar la materia de estadística.
H₀: No existe diferencia en la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología una vez cursada la materia de estadística.	H₁: Existe diferencia en la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología una vez cursada la materia de estadística.
Decisión Estadística: Se acepta H ₁	
Redacción de resultados: Encontramos diferencias estadísticamente significativas en la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología [t (40) = -3.187, p<.003], donde las puntuaciones de la medición 1 (M = 77.80, DE = 8.66) fue menor que la medición 2 (M = 86.32, DE = 15.99). Podemos afirmar que la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología fue más favorable una vez que concluyeron el curso.	

Ejercicio

Invitamos al lector a realizar el ejercicio de la prueba *t* de Student de muestras relacionadas con los cinco factores de la prueba de manera simultánea. Únicamente debe colocar los valores antes - después de los cinco factores como lo solicita el programa (Figura 40).

Figura 40. Disposición de los factores



Observe el lector en la Tabla (52) de resultados de SPSS® que en los factores **Ansiedad** y **Motivación** la diferencia es estadísticamente significativa (negritas), en la medición “después” el valor de la media es mayor en comparación con la medición “antes”. En los otros tres factores la diferencia no es significativa sin embargo es posible advertir que la **Confianza** y el **Agrado** hacia la Estadística disminuyeron una vez concluido el curso.

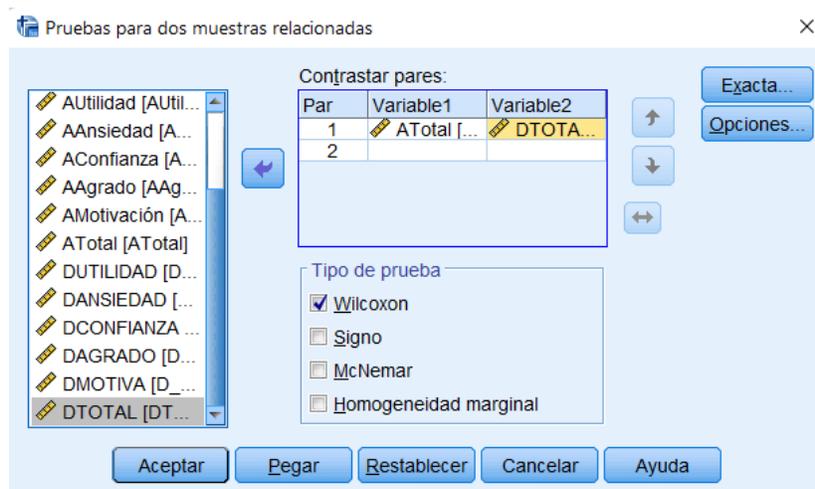
Tabla 52. Actitud hacia la estadística

	Medición 1 (Antes)	Medición 2 (Después)	t	p
	M (DE)	M (DE)		
Utilidad	19.17 (3.57)	19.39 (3.36)	-0.342	.734
Ansiedad	11.80 (4.15)	16.46 (4.92)	-3.631	.001
Confianza	18.20 (3.84)	17.56 (3.75)	0.987	.330
Agrado	15.78 (3.05)	14.71 (4.62)	1.642	.108
Motivación	12.85 (2.25)	18.20 (3.50)	-7.362	.001
Total	77.80 (8.66)	86.32 (15.99)	-3.187	.003

Prueba de Wilcoxon

La versión no paramétrica para 2 muestras relacionadas es la prueba de **Wilcoxon o rangos de Wilcoxon** (Siegel y Castellan, 2003). Se encuentra en **Analizar / Pruebas no paramétricas / Cuadros de diálogo antiguos / 2 muestras relacionadas**. La ventana que se muestra es similar a la de la prueba t de Student para muestras relacionadas (Figura 41), colocamos las variables **Total antes** y **después**, verificamos que la opción Wilcoxon este seleccionada. Presionamos el botón aceptar.

Figura 41. Prueba de Wilcoxon



Interpretación

En la ventana de Resultados SPSS® devuelve dos tablas, la primera contiene los descriptivos de las dos variables, en particular los Rangos promedio de cada una de ellas y la segunda Tabla muestra (53) contiene el valor de la **Prueba de rangos con signo de Wilcoxon** con su p valor o significación. Observamos que existe diferencia estadísticamente significativa entre las dos mediciones pues el valor de p es menor a .05.

Tabla 53. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Estadísticos de prueba^a	
	DTOTAL - ATotal
Z	-2.958 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.003

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Reporte

El reporte del resultado de la prueba es el siguiente: **Como $p = .003 < .05$ rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir las medianas entre el antes ($Md = 79$) y después ($Md = 86$) son significativamente diferentes ($W = -2.958$, $p < .003$). Podemos afirmar que la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología fue más favorable una vez que concluyeron el curso.** Ver Tabla 54

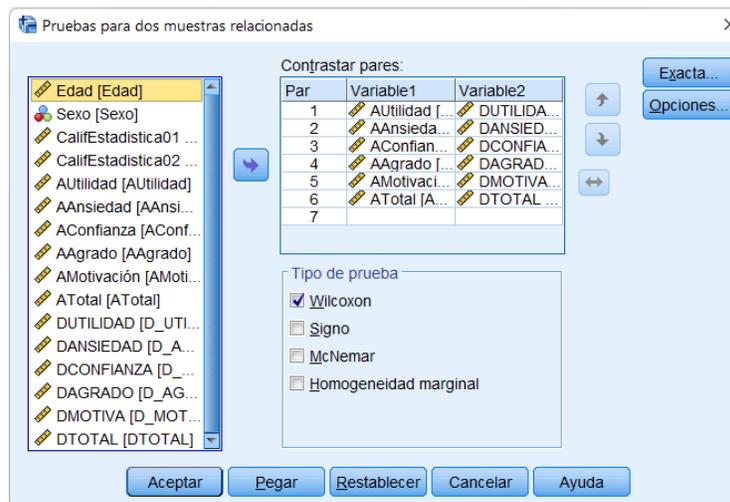
Tabla 54. Resumen Prueba de Wilcoxon

Prueba estadística: Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas	
Variable x: Puntaje en la escala de actitud hacia la estadística antes de cursar la materia de estadística.	Variable y: Puntaje en la escala de actitud hacia la estadística después de cursar la materia de estadística.
H₀: No existe diferencia en la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología una vez cursada la materia de estadística.	H₁: Existe diferencia en la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología una vez cursada la materia de estadística.
Decisión Estadística: Se acepta H_1	
Redacción de resultados: Como $p = .003 < .05$ rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir las medianas entre el antes ($Md = 79$) y después ($Md = 86$) son significativamente diferentes ($W = -2.958$, $p < .003$). Podemos afirmar que la actitud hacia la estadística de los estudiantes de psicología fue más favorable una vez que concluyeron el curso.	

Ejercicio

Invitamos al lector a realizar el ejercicio de la prueba de Wilcoxon de muestras relacionadas con los cinco factores de la prueba de manera simultánea. Es necesario colocar los valores antes - después de los cinco factores como lo solicita el programa (Figura 42).

Figura 42. Disposición de los factores Wilcoxon



Observe el lector en la Tabla (55) de resultados de SPSS® que en los factores **Ansiedad** y **Motivación** la diferencia es estadísticamente significativa, en la medición “después” el valor de la media es mayor en comparación con la medición “antes”. En los otros tres factores la diferencia no es significativa sin embargo es posible advertir que la **Confianza** y el **Agrado** hacia la Estadística disminuyó.

Tabla 55. Actitud hacia la estadística

	Medición 1 (Antes)	Medición 2 (Después)		
	Rango (Md)	Rango (Md)	<i>W</i>	<i>p</i>
Utilidad	21.20	16.57	-0.237	.813
Ansiedad	17.10	21.63	-3.216	.001
Confianza	19.41	17.07	-1.486	.137
Agrado	22.86	15.35	-1.595	.111
Motivación	8.67	23.11	-4.916	.000
Total	17.27	21.72	-2.958	.003

Referencias

- Aron, A. y Aron, E. (2001). *Estadística para psicología* (2ª. ed.). Buenos Aires: Pearson Educación.
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática – estadística en las enseñanzas medias y universitarias*. Bilbao: Mensajero.
- Camacho, J. (2008). Asociación entre variables: correlación no paramétrica. *Acta Médica Costarricense*. 3, 144-146.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022008000300004
- Elorza, H. (2000). *Estadística para las ciencias sociales y del comportamiento*. México: Oxford.
- Gardner, R. (2003). *Estadística para psicología usando SPSS*. México: Prentice Hall.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4ª. ed.). México: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Kantowitz, H., Roediger III, H., y Elmes, D. (2001). *Psicología experimental* (7ª. ed.). México: Thomson Learning.
- Levin, J. (2002). *Fundamentos de estadística en la investigación social*. México: Edit. Oxford.
- López, A. (2011). *Estadística descriptiva en ciencias del comportamiento*. CIDIE Universidad Autónoma del Estado de México.
- Mcguigan, F. (2009). *Psicología experimental. Enfoque metodológico*. México: Trillas.
- Pagano, R. (2006). *Estadística para las ciencias del comportamiento* (7ª. ed.). México: Thomson.
- Pardo, M. y Ruiz, M. A. (2005). *Análisis de datos con SPSS 13 base*. España: McGraw-Hill.
- Pick, S., y López, A. (2000). *Cómo investigar en ciencias sociales* (5ª ed.). México: Trillas.
- Ritchey, F. (2008). *Estadística para las ciencias sociales* (2ª. ed.). México: McGraw Hill.
- Rivera, S., García, M. (2005). *Aplicación de la estadística a la psicología*. México: Porrúa.
- Romero, M. (2013). Contraste de hipótesis. Comparación de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: prueba U de Mann-Whitney. *Revista Enfermería del Trabajo*. 2, 77-84.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4327652>
- Shaughnessy, J., Zechmeister, E., y Zechmeister, J. (2007). *Métodos de investigación en Psicología* (7ª. ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Siegel, S. y Castellan, N. (2003). *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta* (4ª. ed.). México: Trillas.

Complementario

- Briones, G. (2003). *Métodos y técnicas de investigación en ciencias sociales* (4ª ed.). México: Trillas.
- Chao, L. (1997). *Introducción a la estadística*. México: CECSA.
- Dixon, W., y Massey, F. (1970). *Introducción al análisis estadístico* (2ª. ed.). México: McGraw-Hill.
- García, B. (2009). *Manual de métodos de investigación para las ciencias sociales. Un enfoque de enseñanza basada en proyectos*, Edit. El Manual Moderno.
- Gil, J., Rodríguez, G., y García, E. (1998). *Estadística básica aplicada a las ciencias de la educación*. Sevilla: Kronos.
- Guilferd, J., Fruchter, B. (1985). *Estadística aplicada a la psicología y la educación*. México: Mc Graw Hill.
- Infante, S., Zárate, G. (1990). *Métodos estadísticos*. México: Trillas.
- López, A. (2007). *El método en ciencias del comportamiento*. México: Bonobos.
- Quezada, N. (2017). *Estadística con SPSS 24*. México: Empresa Editorial Macro.
- Scheaffer, R., Mendenhall, W., y Ott, L., (1987). *Elementos de muestreo*. México: Grupo Editorial Ibero América.
- Spiegel, M. (2001). *Estadística*. Chile: Mc Graw-Hil
- Triola, F. (2004). *Estadística*. México: Pearson.
- Wayne, D. (1991) *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. México: Limusa.

Glosario de términos

Correlación. Relación entre dos variables.

Curva normal. Una curva de frecuencias con una característica forma de campana.

Datos. Números o mediciones obtenidas como resultado de observaciones.

Desviación estándar. Medida de dispersión, Se define como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones respecto a la media, dividida por N .

Desviación media (desviación promedio). Sema de las desviaciones de las calificaciones respecto de la media, prescindiendo del signo, dividida por el número de calificaciones.

Diseño antes-después. Se describe como un diseño de investigación con base en muestras relacionadas en la que se mide a cada individuo, en cuanto a la tarea de criterio, antes y después de la introducción de las condiciones experimentales.

Dispersión. Variabilidad o dispersión de las calificaciones alrededor de la medida de tendencia central.

Disposición. Ordenamiento de datos de acuerdo con su magnitud, desde el valor menor hasta el mayor.

Distribución muestral. Distribución teórica de probabilidades de un estadígrafo, que resulta de obtener todas las muestras posibles, de un tamaño dado, de alguna población.

Distribución normal estándar. Distribución normal con media 0, desviación estándar 1 y área total igual a 1.00.

Error tipo I (error de tipo α). Consiste en rechazar H_0 cuando realmente es verdadera. La probabilidad de cometer un error de tipo I está dada por el nivel α .

Error de tipo II (error tipo β). Ocurre cuando se acepta H_0 siendo realmente falsa. La probabilidad de un error de tipo II está dada por β .

Error estándar de la diferencia entre medias. Desviación estándar de la distribución muestral de la diferencia entre medias.

Error estándar de la media. Una desviación estándar teórica de las medias correspondientes a muestras de tamaño dado, provenientes de alguna población específica.

Estadística descriptiva. Técnicas que se utilizan para describir o caracterizar los datos muestrales obtenidos.

Estadística inferencial. Técnicas que utilizan los datos muestrales obtenidos para hacer inferencias sobre poblaciones.

Grados de libertad (g). Número de datos que pueden variar libremente al calcular un estadístico. Se acompaña en cada análisis estadístico inferencial.

Grafica de dispersión. Grafica de parejas de valores X y Y .

Hipótesis alternativa (H_1). Proposición en la que se especifica que el parámetro poblacional tiene un valor diferente al especificado en la hipótesis nula. Afirma que hay diferencia o existe correlación en las muestras.

Hipótesis nula (H_0). Proposición que especifica valores hipotéticos para uno o más de los parámetros poblacionales. Con frecuencia incluye la hipótesis de “no diferencia”.

Homogeneidad de varianzas. Condición que existe cuando dos o más varianzas muestrales provienen de poblaciones con varianzas iguales.

Homocedasticidad. Propiedad que se refiere a que varias distribuciones tienen igual variabilidad (la misma varianza).

Intervalo de confianza. Intervalo dentro del cual consideramos posible que se halle el parámetro poblacional. Los intervalos de confianza más frecuentes son los de 95% y 99%.

Límites de confianza. Límites que definen el intervalo de confianza.

Media. Suma de los datos o valores de una variable dividida por su número.

Mediana. Dato de una distribución, arriba y debajo de la cual caen la mitad de los datos.

Medición. Asignación de números a objetos o sucesos de acuerdo con conjunto de reglas predeterminadas o arbitrarias. Utilizan una unidad de medida aceptada por la comunidad científica o elaboran una adecuada al caso.

Medida de tendencia central. Índice de localización central empleado en la descripción de la distribución de frecuencias.

Moda. Calificación que se presenta con mayor frecuencia.

Muestra. Subconjunto de una población o universo.

Muestra aleatoria. Subconjunto de la población o universo seleccionado en forma tal que cada miembro de la tenga igual oportunidad de ser elegido.

Mutuamente excluyentes. Se dice que los sucesos A y B son mutuamente excluyentes si no pueden ocurrir simultáneamente.

Nivel alfa (α). Nivel de significación establecida por el investigador para inferir la intervención de factores no aleatorios. Se asocia a la posibilidad de generalizar los resultados del análisis estadístico de la muestra a la población.

Nivel de significación. Valor de probabilidad considerado tan raro en la distribución muestral específica bajo la hipótesis nula, que nos inclina a aceptar la intervención de factores no aleatorios. Los niveles de significación comúnmente aceptados son .05 y .01.

Parámetro. Número que se calcula a partir de los datos de una población, con el cual se cuantifica una característica de dicha población.

Percentil. Valor sobre la escala de medida, por debajo del cual queda un porcentaje dado de los datos, dentro de la distribución.

Población o universo. Conjunto completo de individuos, objetos o mediciones que tienen alguna característica común observable, o un conjunto teórico de observaciones potenciales.

Potencia de una prueba. Probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falsa.

Probabilidad. Teoría referente a los resultados posibles de es experimentos.

Rango. Medida de dispersión definida como la distancia en la escala entre las calificaciones mayor y menor.

Región crítica. Porción de área situada bajo la curva que incluye los valores de un estadígrafo que nos llevan al rechazo de la hipótesis nula.

Relación negativa. Se dice que dos variables tienen una relación negativa cuando los valores altos de una de ellas están acompañados de valores bajos en la otra. Recíprocamente los valores bajos de una variable están asociados con valores altos en otra.

Relación positiva. Se dice que dos variables tienen una relación positiva cuando los valores altos de una de ellas están acompañados de valores altos en otra. Recíprocamente, los valores bajos de una variable están asociados con valores bajos en otra.

Sesgo. Se presenta en el muestreo cuando las selecciones favorecen a ciertos sucesos o a ciertas colecciones de sucesos.

Teorema del límite central. Si de cualquier población se extraen muestras aleatorias de tamaño N fijo, a medida que N crece la distribución de las medidas muestrales tiende a la normalidad.

Variable. Una característica o fenómeno que puede tomar diferentes valores.

Variables cualitativas. Variables que difieren en cuanto a su clase, como ocurre con el sexo. Se cuentan no son miden.

Variables cuantitativas. Variables que difieren en el “cuanto”, como el caso de los niveles de inteligencia. Utilizan alguna unidad de medida existente.

Varianza. Suma de los cuadrados de las desviaciones, dividida por N .