

Contraste para k medias

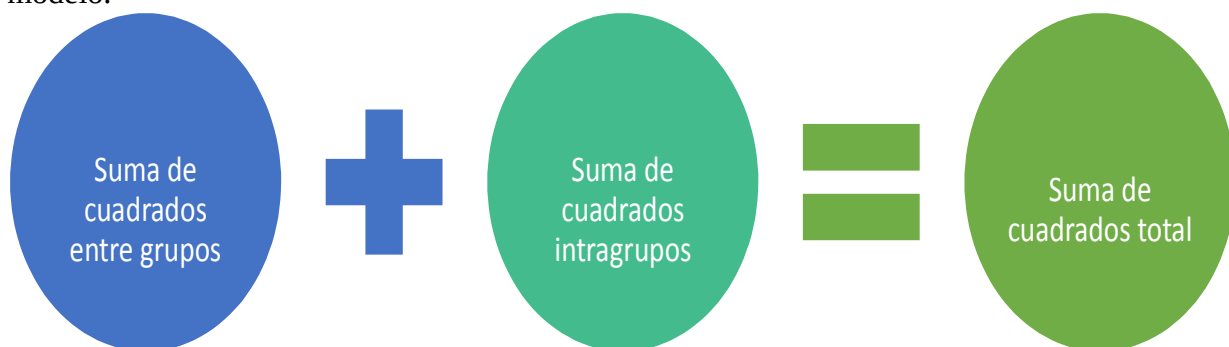
¿Qué sucede si hay más de dos grupos sobre los que quiero encontrar diferencias? ¿Qué hacer si busco la mejor de cinco metodologías de enseñanza de historia? ¿Cómo evaluar cuál es el mejor acercamiento terapéutico para contrarrestar la fobia social? En casos como estos es pertinente trabajar con una metodología que nos permita trabajar con k poblaciones. En el caso de un trabajo con una variable cuantitativa de escala Y se opta por trabajar con el Análisis de Varianza de un factor (One Way ANOVA).

ANOVA funciona mejor si trabaja con poblaciones en las que Y tiene una distribución paramétrica, aunque es aceptable trabajar con asimetrías moderadas. Adicionalmente requiere muestras balanceadas, cada población k debe tener un número similar de integrantes. Es posible hacer correcciones para mitigar los efectos que muestras desbalanceadas puedan generar, pero esto no serán tomadas en cuenta en esta unidad.

Para entender el funcionamiento esta metodología es pertinente revisar algunos conceptos básicos: La variabilidad total en la muestras es denominada como la Suma de cuadrados total (SCT). Ésta mide qué tan diferentes son, en total, los N individuos de todas las k muestras.

La variabilidad entre grupos se llama Suma de Cuadrados entre grupos, también conocida como Suma de cuadrados entre tratamientos (SCTR). Esta cantidad mide las diferencias entre sujetos que se deben a la población distinta a la que pertenecen.

Finalmente, la variabilidad intra-grupo es denominada Suma de Cuadrados dentro de los grupos, o Suma de cuadrados del Error, es denotada como SCE. Éste mide las diferencias entre los sujetos dentro de cada muestra, es decir, la diferencia que no se debe a los grupos tomados en cuenta en el modelo.



Existen dos estadios al momento de realizar este análisis (similares a los empleados en la Regresión múltiple):

Se parte de aplicar una prueba general (o test Omnibus) para evaluar la igualdad de todas las μ en cuestión. Se plantea como $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$. Este análisis nos permite evaluar si, por lo menos una de las μ , es diferente a las demás.

En caso se rechace la H_0 se pasará a realizar contraste específicos para ver entre cuáles de las μ registradas se encuentran diferencias significativas. Existen múltiples formas de calcular contrastes específicos, pero estos se agrupan en dos tipos (Ad Hoc y Post Hoc), dependiendo de si han sido planteados antes de tomar las muestras o no. Adicionalmente, dentro de cada uno de estos hay otra clasificación, dependiendo si se tienen varianzas homogéneas o no:

1.1. Ad Hoc

Para realizar contraste específicos pre-planificados se trabaja con este tipo de comparaciones. Mediante estos sólo se busca enfrentar algunos resultados posibles, ya sea por interés de los investigadores o por pertenencia de la teoría.

1.2. Post Hoc

Este tipo de contrastes son empleados cuando no existen hipótesis previas sobre cómo diferencian las poblaciones. En esta ocasión se utiliza una lógica exploratoria, cruzando los k grupos diferentes.

Existen innumerables formas de calcular contrastes específicos, cada uno más adecuado en una u otra situación. Para efectos de esta guía se sugiere usar los siguientes:

Tipo de contraste	Definición	Varianzas	
		Homogéneas	Heterogéneas
General	Prueba Omnibus H0: $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$	F de Fisher	Welch Brown-Forsythe
Ad Hoc	Contrastes pre-planificados		Welch
Post Hoc	Contrastes sin planificar	Scheffé	Games-Howell

Así como en casos anteriores hemos usado la d de Cohen para medir la magnitud de las diferencias en contrastes de dos medias, en el caso del ANOVA se utilizan los Coeficientes Eta (ζ) y Eta² (ζ^2). Eta² es la proporción de varianza total que es generada por la pertenencia a una población. Proviene de $\frac{SCTR}{SCT}$. Su interpretación utiliza los mismos parámetros que el R² revisado en la Unidad de Regresión Lineal.

Eta es definido como la correlación entre la variable Y y la variable cualitativa “X=Población”, compuesta por k categorías o grupos. Su interpretación se basa en el Criterio de Cohen para correlación.

Rango	Magnitud
$0 < \zeta < 0.1$	Irrelevante
$0.1 < \zeta < 0.3$	Pequeña
$0.3 < \zeta < 0.5$	Mediana
$0.5 < \zeta < 1$	Alta

Ejercicio de Análisis de Varianza sin hipótesis previas y contrastes Post Hoc de Scheffe

Un equipo de psicólogos de la salud desea determinar cuál de 3 tratamientos es el más efectivo para disminuir el estrés: Mindfulness, Ejercicio y Psicoterapia. Para ello, se solicitaron 15 voluntarios en una universidad de Lima Metropolitana y se asignaron 5 a cada tratamiento. Luego de recibir el tratamiento, a cada grupo se aplicó un auto-reporte de estrés. No se tenía idea, de antemano, sobre cuáles grupos serían diferentes. Los puntajes fueron:

Tratamiento	Datos					
Mindfulness (1)	6	10	5	6	9	
Ejercicio (2)	4	2	3	5	1	
Psicoterapia (3)	6	2	2	4	2	

Cree una base de datos que tenga la variable Tratamiento, en donde figuren los códigos de las terapias aplicadas y otra variable Estrés donde figuren los datos de los participantes. Grabe la base con el nombre ANOVA.SAV

1. Contraste Global de H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

La hipótesis nula H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ equivale a decir que no hay diferencias entre los entrenadores, donde μ_1 = Media poblacional en Estrés cuando los voluntarios participan de sesiones de Mindfulness; μ_2 = Media poblacional en Estrés cuando los voluntarios realizan ejercicios; etc. Para contrastar H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ vs H1: Al menos dos medias son distintas, se usa el **Contraste F del análisis de varianza** (Anova de un factor en SPSS).

La secuencia más simple de comando es:

Analizar * Comparar medias * ANOVA de un factor * Lista de dependientes: Estrés * Factor: Tratamiento * Aceptar.

ONEWAY Estrés BY Tratamiento

/MISSING ANALYSIS.

Examine la significación de F en SPSS y conteste ¿Se rechaza o acepta H0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$?

ANOVA de un factor

Estrés

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	56,133	2	28,067	8,096	,006
Intra-grupos	41,600	12	3,467		
Total	97,733	14			

Vemos que la significación de F es menor a .05. Por lo tanto se puede rechazar H0 y confirmar H1: Existe al menos diferencia en dos de los 3 grupos.

Ejercicio de Contrastes específicos Post Hoc con Prueba deScheffe

Como se observa, el contraste F resultó significativo. Eso quiere decir que ya sabemos que hay, al menos, dos grupos de participantes con resultados distintos dependiendo del tratamiento. Con el enunciado presentado previamente, “No se tenía idea, de antemano, sobre cuáles grupos serían diferentes”, se deduce que NO habían hipótesis previas a la aplicación sobre cuál de las poblaciones eran diferentes. En tal sentido, los contrastes para detectar diferencias en las muestras deben ser “Post Hoc”. Usaremos **el contraste o prueba de Scheffe** que es bastante conservador para evitar dar una falsa significación. La secuencia de comandos es:

Analizar * Comparar medias * ANOVA de un factor * Lista de dependientes: Estrés * Factor: Tratamiento * PostHoc: Check en Scheffe * Continuar * Opciones * Check en: Descriptivos * Aceptar

Según la tabla de contingencia múltiple y las significaciones correspondientes ¿Cuáles tratamientos tienen resultados diferentes? ¿Cuál tiene mejores resultados?

ONEWAY Estrés BY Tratamiento

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=SCHEFFE ALPHA(0.05).

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Estrés

Scheffé

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mindfulness	Ejercicio	4,200*	1,178	,013	,92	7,48
	Psicoterapia	4,000*	1,178	,018	,72	7,28
Ejercicio	Mindfulness	-4,200*	1,178	,013	-7,48	-,92
	Psicoterapia	-,200	1,178	,986	-3,48	3,08
Psicoterapia	Mindfulness	-4,000*	1,178	,018	-7,28	-,72
	Ejercicio	,200	1,178	,986	-3,08	3,48

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Vemos que existen diferencias entre mindfulness y ejercicio (.006) entre mindfulness y psicoterapia (.008). No existe diferencia significativa entre psicoterapia y ejercicio (.985)

Descriptivos

Estrés

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Mindfulness	5	7,20	2,168	,970	4,51	9,89	5	10
Ejercicio	5	3,00	1,581	,707	1,04	4,96	1	5
Psicoterapia	5	3,20	1,789	,800	,98	5,42	2	6
Total	15	4,47	2,642	,682	3,00	5,93	1	10

Vemos que mindfulness tiene mejor resultado que ejercicio y que psicoterapia.

Ejercicio de Chequeo de supuestos de homogeneidad de varianzas con Test de Levene y opciones adicionales

SPSS tiene varias opciones, una de ellas permite **verificar el supuesto de varianzas iguales en las poblaciones**, con el contraste es el **de Levene** que ya conocíamos. Otra opción permite tener estadísticas de las muestras y finalmente, otra opción grafica las diferentes medias por población para diferenciar “perfiles”. La secuencia de comandos es: Analizar * comparar medias * ANOVA de un factor * Lista de dependientes: Estrés * Factor: Entrenador * Post Hoc: Check en Scheffe * Continuar * Opciones * Check en: Descriptivos, Prueba de Homogeneidad de varianzas y Gráfico de las medias * Continuar * Aceptar.

ONEWAY Estrés BY Tratamiento

/STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=SCHEFFE ALPHA(0.05).

Aplice esta secuencia de comandos ¿Se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas?

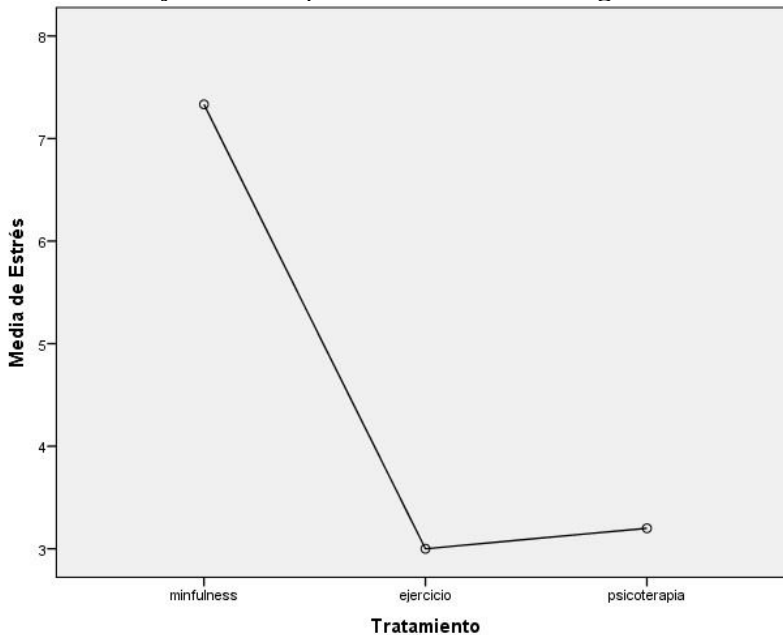
¿El gráfico o “perfil” de los tratamientos muestra cuál es el diferente?

Prueba de homogeneidad de varianzas

Estrés

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
,489	2	13	,624

Al ser mayor a 0.05, podemos asumir homogeneidad de varianza.



El gráfico nos confirma que el tratamiento diferente es el basado en mindfulness.

Ejercicio de Análisis de Varianza con hipótesis previas y contrastes Ad Hoc t Student modificado (Música.sav)

Un grupo de psicólogos experimentales diseñó un experimento que buscaba determinar el efecto de escuchar distintos tipos de música mientras se estudiaba en el rendimiento en un examen de estadística. Se asignó aleatoriamente 50 sujetos a uno de cinco grupos (10 casos por grupo). El grupo 1 escuchó reggaetón mientras estudiaba. El grupo 2 escuchó música clásica. El grupo 3, por su parte, tuvo que escuchar salsa mientras estudiaba para el examen. El grupo 4, a su vez, escuchó jazz y el grupo 5, rock progresivo. Todos los grupos repasaron su lección 3 veces mientras escuchaban música. Como variable respuesta se consideró el puntaje obtenido en el examen de estadística. Los datos están en el archivo Música.SAV.

Se tenía la hipótesis que habría diferencia significativa entre grupos y que en particular, el grupo 1 tendría menor puntaje que el grupo 3.

a) Baje el archivo, cargue SPSS y abra el archivo de datos. Para contrastar la hipótesis $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ vs H_1 : Existen distintas medias, use la secuencia:

Analizar \Rightarrow **Comparar medias** \Rightarrow **ANOVA de un factor** \Rightarrow **Lista de dependientes: Nota** \Rightarrow **Factor: Grupo** \Rightarrow **Opciones** \Rightarrow **Check en: Descriptivos, Prueba de homogeneidad de varianzas y Gráfico de las medias** \Rightarrow **Continuar** \Rightarrow **Aceptar**

¿Se cumple el supuesto de varianzas iguales? Estudie el cuadro de Análisis de Varianza que presenta SPSS y responda ¿Hay diferencia entre medias de grupos? Examine el cuadro de estadísticas por grupo y el gráfico de medias. ¿Hay indicios de que se cumplen las hipótesis de investigación?

ONEWAY nota BY grupo
 /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
 /PLOT MEANS
 /MISSING ANALYSIS.

Prueba de homogeneidad de varianzas

Nota en examen de Estadística

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
2,529	4	45	,054

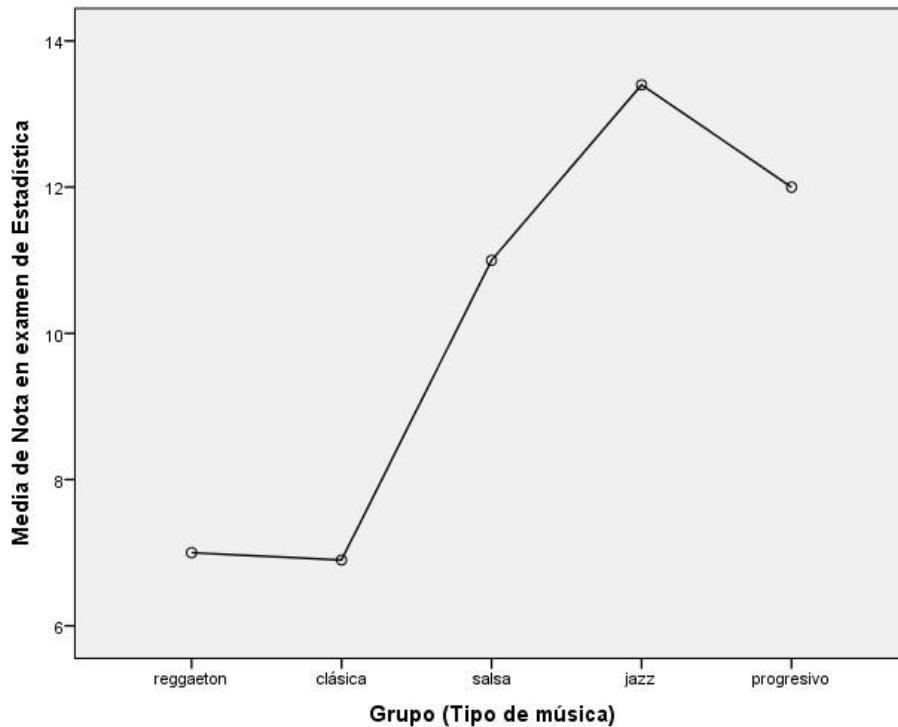
Dado que la significación es mayor a .05, podemos asumir homogeneidad de varianzas

ANOVA

Nota en examen de Estadística

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	351,520	4	87,880	9,085	,000
Dentro de grupos	435,300	45	9,673		
Total	786,820	49			

Asimismo, la significación del F menor a .05 nos dice que al menos dos medias grupales son diferentes.



A nivel gráfico, vemos que sí se cumpliría la hipótesis.

b) Al resultar significativo el contraste global de $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$, pasamos a los contrastes específicos. **Como hay hipótesis previas a la toma de datos, debemos usar contrastes t-Student “Ad hoc” para estudiarlas.** SPSS hace esto con el comando **Contrastes**.

La hipótesis $H_1: \mu_1 < \mu_3$ equivale a $H_1: \mu_1 - \mu_3 < 0$ y genera el contraste $H_0: \mu_1 - \mu_3 = 0$ vs $H_0: \mu_1 - \mu_3 < 0$.

SPSS describe la hipótesis nula de este tipo como $H_0: 1\mu_1 + 0\mu_2 - 1\mu_3 + 0\mu_4 + 0\mu_5 = 0$ y la contrasta a dos colas.

Use la secuencia:

Analizar → Comparar medias → ANOVA de un factor → Lista de dependientes: Nota → Factor: Grupo → Contrastes → Coeficientes: 1 → Añadir; 0 → Añadir; -1 → Añadir; 0 → Añadir; 0 → Añadir → Continuar → Aceptar

ONEWAY nota BY grupo

/CONTRAST=1 0 -1 0 0

/STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS.

SPSS le devuelve, además de la Tabla ANOVA, una tabla con la prueba T Student que

compara μ_1 con μ_3 . ¿Qué contraste t debe leer: el que asume varianzas homogéneas o el que no las asume homogéneas? ¿Por qué? Calcule la verdadera significación a una cola. Examine las medias de los grupos involucrados y vea si en su muestra se cumple la hipótesis alterna. ¿Se cumple esta hipótesis de investigación?

Pruebas de contraste

		Contraste	Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Nota en examen de Estadística	Suponer varianzas iguales	1	-4,00	1,391	-2,876	45	,006
	No se asume varianzas iguales	1	-4,00	,978	-4,092	16,493	,001

Se debe leer el contraste que asume varianzas homogéneas debido a que este es uno de los supuestos para realizar el análisis de varianza a una vía. La significación sería $p = .006/2 = .003$.

Descriptivos

Nota en examen de Estadística

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
reggaeton	10	7,00	1,826	,577	5,69	8,31	4	10
Clásica	10	6,90	2,132	,674	5,38	8,42	3	11
Salsa	10	11,00	2,494	,789	9,22	12,78	6	14
Jazz	10	13,40	4,502	1,424	10,18	16,62	9	23
progresivo	10	12,00	3,742	1,183	9,32	14,68	5	19
Total	50	10,06	4,007	,567	8,92	11,20	3	23

Vemos que, efectivamente, la media del grupo 1 (7,00) es menor a la del grupo salsa (11,00). Se cumple la hipótesis de trabajo.

Tamaño del efecto

Los investigadores sostenían que mostrar información positiva al comienzo sería más efectivo que hacerlo al final y que esta última resultaría mejor que hacerlo al medio. Someta a prueba sus hipótesis en el SPSS.

Al igual que con los contrastes de dos muestras, en el Anova es posible calcular la magnitud del efecto de las diferencias producido por la variable independiente en las medias de los

grupos. Ello se puede realizar mediante el Coeficiente Eta, que se calcula en base al Coeficiente Eta cuadrado.

Eta cuadrado = SCTR/SCT, el cual es la proporción de varianza total generada por las poblaciones. Se interpreta de igual manera que R² de la regresión.

Eta = $\sqrt{\text{SCTR/SCT}}$, que es la correlación de Pearson entre la variable de respuesta y la variable cualitativa. Se interpreta usando el criterio de Cohen para correlaciones.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	351,520	4	87,880	9,085	,000
Dentro de grupos	435,300	45	9,673		
Total	786,820	49			

El tamaño del efecto sería $351,520 / 786,820 = 0.44$ (moderado)

Ejercicio de Anova one way sin homogeneidad de varianzas con contraste post hoc (Candidatos.sav)

Un equipo de investigadores desea conocer el efecto del momento en que se presenta información positiva sobre candidatos presidenciales en la intención de voto. Para ello realizaron experimento en el que se leía información neutra y positiva sobre dos candidatos presidenciales ficticios a sujetos de similar edad y sexo. La variable independiente fue el momento de la presentación de la información positiva de ambos candidatos: al comienzo, al medio y al final. La variable dependiente fue el puntaje sumado de qué tan dispuestos estarían a votar por cada candidato: en realidad no importaba por cuál preferirían votar, sino la suma total de ambos de acuerdo al momento en que se les leía la información positiva. La base a utilizar es Candidatos. SAV.

Se tenía como hipótesis que el momento de presentación de la información cambiaría la intención de voto por ambos candidatos, aunque no se sabía en qué dirección. Someta a prueba esta hipótesis en SPSS.

ONEWAY Voto BY Momento

/STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY WELCH

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS.

Prueba de homogeneidad de varianzas

Intención de voto

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
5,187	2	24	,013

ANOVA de un factor

Intención de voto

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4,222	2	2,111	1,824	,183
Intra-grupos	27,778	24	1,157		
Total	32,000	26			

Como se puede ver, dado que no se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas, la tabla ANOVA no nos sirve. Se debe por tanto usar la Prueba robusta e igualdad de las medias (Test de Welch) para corroborar o descartar la hipótesis global. En estos casos se debe usar el estadístico Games Howell a través de la siguiente ruta:

Analizar * Comparar medias * ANOVA de un factor * Lista de dependientes: XXXX * Factor: YYYY * Post hoc: check en Games Howell * Continuar * Opciones: check en Descriptivos, Welch y Gráfico de las medias * Continuar * Aceptar.

ONEWAY Voto BY Momento

/STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY WELCH

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=GH ALPHA(0.05).

Pruebas robustas de igualdad de las medias

Intención de voto

	Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Welch	5,654	2	14,518	,015

a. Distribuidos en F asintóticamente.

Vemos entonces que, al menos dos grupos tienen puntuaciones diferentes.

Ejercicio de Contraste no paramétrico de Friedman para k muestras relacionadas (Debate.sav)

Veinte personas (10 de NSE medio alto y 10 de NSE medio bajo) evaluaron cuatro atributos de un candidato político durante un debate electoral, con mediciones en escala ordinal de menos a más, donde 1 = Muy bajo y 7=Muy alto. Se quiere saber si existen diferencias entre estos cuatro atributos y si existen diferencias de acuerdo al NSE del participante. Los datos están en el archivo **Debate.sav**

¿Puede concluirse que existen diferencias estadísticamente significativas en la evaluación de estos atributos por parte de los participantes? Trabajando sólo con estadísticas descriptivas ¿es la claridad en la exposición más valorada que la apariencia física? ¿Se mantienen los resultados si los atributos mencionados son sometidos a un contraste estadístico?

Nota: La secuencia de comandos SPSS para la prueba de Friedman es: **Analizar * Pruebas no paramétricas * Cuadros de diálogo antiguos ♦ k muestras relacionadas ♦ Variables de prueba: Pasar las variables Y1, Y2..., Yk ♦ ♦ Opciones: Estadísticos: check en Descriptivos**

y en Cuartiles ♦ Continuar ♦ Exact ♦ check en Exact ♦ Continuar ♦ Aceptar.

NPAR TESTS

/FRIEDMAN=Y1 Y2 Y3 Y4

/STATISTICS DESCRIPTIVES QUARTILES

/MISSING LISTWISE

/METHOD=EXACT TIMER(5).

Estadísticos descriptivos

	N	Medi a	Desviación típica	Mínim o	Máxim o	Percentiles		
						25	50 (Mediana)	75
Claridad en la exposición	20	4,70	1,895	1	7	3,2 5	5,00	6,00
Apariencia física	20	3,55	1,959	1	7	2,0 0	3,00	5,00
Seguridad en sí mismo	20	3,60	1,569	1	6	2,0 0	4,00	5,00
Carisma	20	2,75	1,517	1	6	1,0 0	3,00	4,00

Sólo en base a los estadísticos descriptivos, podemos concluir que la claridad en la exposición (5,00) es más valorada que la apariencia física (3,00).

Estadísticos de contraste^a

N	20
Chi-cuadrado	41,815
Gl	3
Sig. asintót.	,000
Sig. exacta	,000
Probabilidad en el punto	,000

a. Prueba de Friedman

La diferencia en al menos dos grupos es estadísticamente significativa.

Luego, realizamos contrastes específicos de Wilcoxon para someter a prueba estadística la hipótesis según la cual la claridad en la exposición será más valorada que la apariencia física.

Analizar * Pruebas no paramétricas * Cuadros de diálogo antiguos * 2 muestras relacionadas
* Exacta: exacta * Opciones: Descriptivos * Aceptar

NPAR TESTS

```

/WILCOXON=Y1 WITH Y2 (PAIRED)
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/METHOD=EXACT TIMER(5).

```

Estadísticos de contraste^a

	Apariencia física - Claridad en la exposición
Z	-3,698 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000
Sig. exacta (bilateral)	,000
Sig. exacta (unilateral)	,000
Probabilidad en el punto	,000

- a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
b. Basado en los rangos positivos.

La prueba estadística nos dice que, efectivamente, la claridad es más valorada que el físico ($p = .05$). Se mira la p exacta unilateral.

Ejercicio de Contraste no paramétrico H de Kruskal-Wallis para k muestras independientes (Asumare.sav)

Como parte de la elaboración de la nueva película Asu Mare 3, los ejecutivos de una agencia publicitaria que ha sido contratada para incrementar aún más el éxito de las dos primeras decide hacer focus groups con tres propuestas argumentativas para la nueva película. Así, se asignan aleatoriamente personas a cada uno de 3 grupos (cada uno con una línea argumental distinta) y se les pide que califiquen del 0 al 20 lo que se les muestra. Los datos están en la base de SPSS Asumare.sav. ¿Puede concluirse que existen diferencias significativas entre las valoraciones de los 3 grupos? ¿Es verdad que la línea argumentativa según la cual Carlos Alcántara es un alien del futuro es más apreciada que aquella en la que todo había sido un sueño?

El test de H de Kruskal-Wallis es el equivalente no paramétrico del ANOVA One Way, y se aplica cuando no es posible usar esta última prueba (ya sea por falta de normalidad, asimetría o varianzas heterogéneas). La hipótesis es la de igual tendencia central en k poblaciones, y se quiere contrastar $H_0: Me_1 = Me_2 = \dots = Me_k$ a partir de k muestras independientes. Aplicar la secuencia:

Analizar Pruebas no paramétricas Cuadros de diálogo antiguos k muestras independientes Test Variable List Pasar la variable respuesta Variable de agrupación: Pasar la variable identificadora de grupo Definir rango: Poner los códigos menor y mayor de los grupos por comparar Exacta check en Exacta Continue Aceptar.
NPAR TESTS

/K-W=nota BY argumento(1 3)
 /MISSING ANALYSIS
 /METHOD=EXACT TIMER(5).

Rangos

	Línea argumental	N	Rango promedio
Nota subjetiva	Sueño	9	7,83
	Alien	8	15,69
	Viajero temporal	5	11,40
	Total	22	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Nota subjetiva
Chi-cuadrado	6,279
gl	2
Sig. asintót.	,043
Sig. exacta	,037
Probabilidad en el punto	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Línea argumental

La Sig. Exacta nos confirma que existen diferencias entre las opiniones de los grupos.

Examinar la significación en el cuadro Estadísticos de contraste (SPSS presenta significación exacta y asintótica si el tamaño global de muestra es grande y en este caso usar la exacta) para ver si se rechaza H0 o no. Si se rechaza H0, el cuadro Rangos indica el “puesto promedio” de cada muestra, que se puede usar para ver las poblaciones que difieren más del resto. Dentro de este procedimiento SPSS no muestra las estadísticas correctas para cada grupo, por eso se necesita usar otro procedimiento para obtenerlas: el procedimiento Medias. La secuencia es:

Analizar Comparar medias Medias Lista de dependientes: Pasar la variable respuesta Lista de independientes: Pasar la variable identificadora de grupo Opciones: agregar Mediana a la lista de estadísticas que SPSS va a mostrar Continuar Aceptar.

MEANS TABLES=nota BY argumento

/CELLS MEAN COUNT STDDEV MEDIAN.

Informe

Nota subjetiva

Línea argumental	Media	N	Desv. típ.	Mediana
Sueño	7,78	9	3,456	8,00
Alien	12,63	8	3,503	12,00
Viajero temporal	9,40	5	2,702	10,00
Total	9,91	22	3,853	10,00

A fin de someter a prueba la hipótesis que dice que la línea argumentativa según la cual Carlos Alcántara es un alien del futuro es más apreciada que aquella en la que todo había sido un sueño, nos fijamos en las medianas. Vemos que efectivamente la hipótesis se cumple.