



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

Universidad Autónoma del Estado de México

Centro Universitario UAEM Ecatepec.

*Análisis de Varianza
de Tipo I: Anova I*

Problemario
de
Estadística Aplicada

Licenciatura en Psicología
Unidad de Aprendizaje: Estadística Aplicada
Programa por Competencias.



Dr. en Ed. Carlos Saúl Juárez Lugo

Primera Edición 2015



www.uaemex.mx

ÍNDICE

ANOVA I

PROBLEMAS DE ESTADÍSTICA APLICADA

Datos curriculares	I
Mapa curricular	III
Presentación	IV
I. <i>ANOVA I</i> . Ejemplo de cálculo	1
II. <i>ANOVA I</i> . Ejemplo de cálculo con Excel	9
III. <i>ANOVA I</i> . Ejemplo de cálculo con SPSS	12
IV. <i>ANOVA I</i> . Problemas	18
V. Bloque de respuestas	33
VI. Bibliografía	40

$$STC = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

Análisis de Varianza de tipo I

ANOVA I

Problemario de Estadística Aplicada

Programa por Competencias

Licenciatura en Psicología

Datos de Identificación

Unidad de Aprendizaje al que se destina el material:
Estadística Aplicada Programa por Competencia.

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.

Competencias genéricas:

- El alumno conocerá los conceptos básicos de la estadística inferencial para su aplicación en el campo de la psicología.
- El alumno comprenderá los principios para elegir la prueba estadística adecuada al diseño de investigación.
- El alumno aplicará las principales pruebas paramétricas y no paramétricas en ejercicios de naturaleza psicológica.

Análisis de Varianza de tipo I
ANOVA I

Problemario de Estadística Aplicada

Programa por Competencias

Licenciatura en Psicología

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Estadística Aplicada
(Programa por Competencias)

Clave: L20B18

Nivel: Básico

Competencia: Inicial

Modalidad: Presencial

Créditos: 8

Horas teóricas: 4

Horas prácticas: 0

Unidades de Aprendizaje Antecedentes:
Estadística

Unidad de Aprendizaje Consecuente:
Establece relación con Elaboración de Instrumentos

Unidades de aprendizaje simultáneas:
Las que indique la trayectoria ideal.

Seminarios y talleres elegidos por el alumno

Ubicación de la Unidad de aprendizaje “ESTADÍSTICA APLICADA”
MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN PSICOLOGÍA

1 periodo	2 periodo	3 periodo	4 periodo	5 periodo	6 periodo	7 periodo	8 periodo	9 periodo	9 periodo
Socialización y Contexto		Fundamentos de Psicología Clínica	Estancia Integrativa Básica	Técnicas e instrumentos psicológicos	Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje	Psicología Política	Psicología del Trabajo	Evaluación Profesional I	Evaluación Profesional II
Psicofisiología I	Psicofisiología II	Procesos Psicológicos en el Desarrollo II	Psicología Social	Psicopatología del Niño	Integración de Recursos Humanos	Diseño Curricular	Introducción a la Psicoterapia	Estancia Integrativa profesional I	
Procesos Psicológicos Básicos	Procesos Psicológicos Superiores I	Procesos Psicológicos Superiores II	Elaboración de Instrumentos	Taller de Elaboración de Instrumentos	Proceso Grupal	Integración de Diagnóstico Psicológico	Psicología Comunitaria	Optativa	Optativa
Teorías de la Personalidad	Procesos Psicológicos en el Desarrollo I	Fundamentos de Psicología Educativa	Fundamentos de Psicología Organizacional	Taller de la entrevista psicológica	Psicopatología del Adulto	Desarrollo de Recursos Humanos	Estancia Integrativa Metodológica	Optativa	Optativa
Derechos Humanos	Metodología de la Ciencia	Investigación Cuantitativa	Investigación cualitativa	Administración	Optativa	Optativa	Educación Especial	Optativa	
Epistemología	Estadística	Estadística Aplicada	Optativa	Orientación Educativa	Optativa	Optativa	Optativa		
		Entrevista	Optativa	Optativa	Optativa	Optativa	Optativa		
		Optativa		Inglés C1	Inglés C2		Optativa		

Análisis de Varianza de tipo I

ANOVA I

Problemario de Estadística Aplicada

Programa por Competencias

Licenciatura en Psicología

Dr. en Ed. Carlos Saúl Juárez Lugo

Presentación

El desarrollo de las competencias necesarias para la ejecución e interpretación del procedimiento 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.

El conjunto de problemas que se incluyen en el presente documento tiene el **objetivo** de que el alumno desarrolle la habilidad de cálculo e interpretación de la prueba adecuada al problema psicológico que se analiza. La organización de los problemas responde a la tercera prueba estadística paramétrica que propone el programa de la unidad de aprendizaje el **Análisis**

de varianza de tipo I mejor conocida como **ANOVA I** cuya finalidad es identificar si existe diferencia significativa en la media de más de dos muestras.

El problemario inicia con la ejemplificación del cálculo de un problema desarrollando paso a paso el conjunto de fórmulas para finalmente realizar la notación científica y la interpretación. Le sigue una descripción detallada del cálculo de la ANOVA I utilizando los programas Excel y SPSS, desatacando la interpretación de los cuadros de dialogo que cada uno de los programas devuelve como resultado del análisis. Enseguida se incluye un bloque amplio con ejercicios variados para practicar el cálculo del ANOVA I, seguido de la sección de respuestas con las que el alumno puede cotejar si el cálculo realizado es correcto. El material que se presenta reúne ejercicios seleccionados de varios libros de estadística aplicada a las ciencias sociales y a la psicología, asegurando de esta manera que el contexto de referencia sea familiar a la formación académica que recibe el alumno. La resolución de cada uno de los problemas responde a la secuencia del programa por lo que las preguntas teóricas en particular requieren de la lectura detallada y profunda del tema.

En espera de que el presente material sea de gran utilidad en la formación del psicólogo de la UAEM, cualquier observación es bien recibida en el siguiente correo: juarezlugo@gmail.com

PROBLEMAS DE ESTADÍSTICA APLICADA

ANÁLISIS DE VARIANZA DE TIPO I

(ANOVA I)

I. Ejemplo de cálculo.

El análisis de varianza de un factor es un prueba estadística para analizar si más de dos grupos difieren significativamente entre sí en cuanto a sus medias y varianzas. La comparación entre variables se realiza con una variable independiente de tipo categórica (nominal o razón) y una variable dependiente con un nivel de medición por intervalos o razón.

Hernández (2006), señala que el hecho de que la variable independiente sea categórica significa que es posible formar grupos diferentes, mismos que son motivo de comparación. En caso de que la variable independiente sea por intervalos o de razón se tiene que convertir a categórica, por ejemplo la antigüedad en una empresa medida en años (de 0 a “n” años) se clasificaría, por ejemplo, en a) menos de cinco años, b) entre 6 y 10 años, c) más de 10 años. El análisis paramétrico de la varianza se realiza con los siguientes supuestos (Briones, 1995)

1. Nivel de medición intervalos o de razón.
2. Muestreo aleatorio independiente.
3. Poblaciones normales para cada grupo.
4. Varianzas iguales en las poblaciones.

Para mostrar cómo opera la prueba de ANOVA I se desarrollará un ejemplo de cálculo si se realizará sin ayuda de programas de cómputo especializados, empleando para ello cada una de las diferentes fórmulas que la constituyen.

Se diseña un experimento con el fin de comprobar si el uso de tres métodos de enseñanza produce resultados diferentes que son estadísticamente significativos en el rendimiento de una cierta asignatura. Sean tres grupos de estudiantes seleccionados al azar, con las puntuaciones obtenidas después de que cada uno de ellos fue enseñado por el método que se indica (Tabla 1):

Método		
Lectura individual	De exposición	De discusión
6	6	2
9	7	5
11	9	4
10	8	6

Tabla 1. Concentrado inicial de datos.

Para iniciar el procedimiento es necesario elevar al cuadrado cada uno de los valores que conforman los grupos así como las sumatorias de cada columna (Tabla 2).

Método					
Lectura individual		De exposición		De discusión	
X	X ²	X	X ²	X	X ²
6	36	6	36	2	4
9	81	7	49	5	25
11	121	9	81	4	16
10	100	8	64	6	36
36	338	30	230	17	81

Tabla 2. Concentrado de valores con sumatorias y cuadrados.

Pasos para la prueba de significación:

1. Hipótesis nula. H_0 : No hay diferencia en los tres métodos de enseñanza. Hipótesis alternativa: Existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tres grupos de enseñanza.
2. Nivel de significación. Se utiliza un nivel de significación de 0,05, con prueba de una cola.
3. Distribución de muestreo. Se emplea la distribución F.
4. Cálculo del estadístico F.

El procedimiento es el siguiente:

- a) Suma total de cuadrados (STC). Se calcula, en primer lugar, la suma de cuadrados de las puntuaciones de los tres grupos, con la siguiente fórmula:

$$\Sigma(X - \bar{X})^2 = \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}$$

$$STC = \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}$$

Sustituyendo los valores, la fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$= 348 + 230 + 81 - \frac{(36 + 30 + 17)^2}{12}$$

$$= 649 - 547$$

$$= 75$$

b) Suma de cuadrados dentro de los grupos (SCD). Utilizamos la misma fórmula anterior, pero ahora referida a cada uno de los tres grupos:

Grupo 1:

$$\begin{aligned} SCD &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\ &= 338 - \frac{(36)^2}{4} \\ &= 338 - 324 \\ &= 14 \end{aligned}$$

Grupo 2:

$$\begin{aligned} SCD &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\ &= 230 - \frac{(30)^2}{4} \\ &= 230 - 225 \\ &= 5 \end{aligned}$$

Grupo 3:

$$\begin{aligned} SCD &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \\ &= 81 - \frac{(17)^2}{4} \\ &= 81 - 72 \\ &= 9 \end{aligned}$$

La suma de cuadrados entre los grupos es así:

$$SCD_1 + SCD_2 + SCD_3 + SCD_n$$

$$14 + 5 + 9 = 28$$

c) Suma de cuadrados entre los grupos (SCE).

Suma “entre” = Suma “Total” – Suma “Dentro”

$$= STC - SCD$$

$$= 75 - 28$$

$$= 47$$

d) Grados de libertad. Los grados de libertad para las diferentes sumas de cuadrados son:

Suma total = $n - 1$; (n = total de medidas)

$$= 12 - 1 = 11$$

Suma dentro = $k (n_1 - 1)$;

Donde:

k = número de grupos

n_1 = tamaño de los grupos

$$= (3) (4-1)$$

$$= 9$$

Suma entre = $k - 1$

$$3 - 1 = 2$$

e) Estimaciones de la varianza:

Al dividir la suma de cuadrados dentro de los grupos entre sus correspondientes grados de libertad, se tiene una estimación de la varianza (mean square) común de la población o universo que es independiente de la variación de los medios de los grupos.

$$\text{Estimación "entre"} = \frac{\text{Suma de cuadrados "entre" grupos}}{\text{Grados de libertad entre grupo}}$$

$$\frac{47}{2} = 23.5$$

Además, si se divide la suma de cuadrados entre los grupos entre sus correspondientes grados de libertad, se tiene una segunda estimación de la varianza que, a su vez, es independiente de la variación dentro de los grupos.

$$\text{Estimación "dentro"} = \frac{\text{Suma de cuadrados "dentro" de los grupos}}{\text{Grados de libertad dentro de los grupos}}$$

$$\frac{28}{9} = 3.11$$

Estas estimaciones de la varianza poblacional reciben el nombre de “cuadrados medios”.

$$F = \frac{\text{Estimación "entre"}}{\text{Estimación "dentro"}} \\ = \frac{23.5}{3.1} \\ = 7.58$$

Los valores y cálculos se presentan en el siguiente cuadro comparativo del análisis de varianza:

Cálculos para el análisis de la varianza				
<i>Fuentes de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Estimación (mean square)</i>	<i>F</i>
Entre grupos	SCE	gl entre	SCE/gl entre	$\frac{\text{SCE/gl entre}}{\text{SCD/gl dentro}} = F$
Dentro de los grupos	SCD	gl dentro	SCD/gl dentro	
TOTAL				

Cálculos para el análisis de la varianza				
<i>Fuentes de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Estimación (mean square)</i>	<i>F</i>
Entre grupos	47	2	23.5	$\frac{23.5}{3.1} = 7.58$
Dentro de los grupos	28	9	3.1	
TOTAL	75	11		

5. Decisión. Si las varianzas correspondientes a una misma población fueran sensiblemente iguales, varían dentro de los límites del error de muestreo y, por tanto, F tendría un valor cercano a 1. Para tomar la decisión de rechazar la H_0 se realiza el siguiente procedimiento. En la tabla de F se localizan los valores de grados de libertad “entre grupos” y “dentro de los grupos” para el nivel de significación de 0.05 (5%).

gl entre = 2

F crítica = 4.26

gl dentro = 9

Se contrasta con la F calculada, esta última debe ser mayor o igual a la F crítica:

F calculada	\geq	F crítica
7.58		4.26

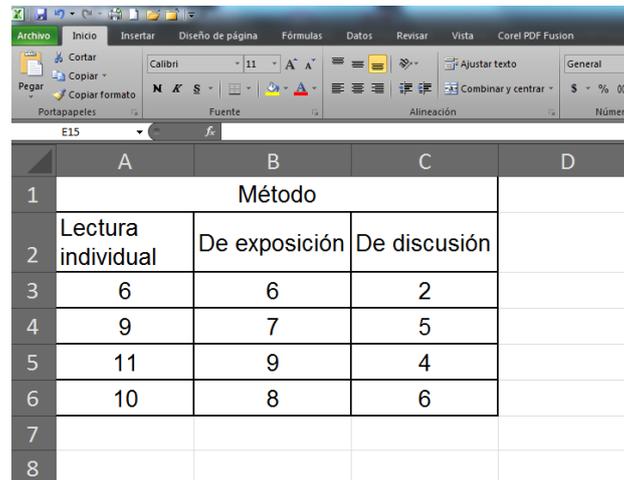
6. Interpretación. “*Existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los tres grupos experimentales y podemos atribuirlos a las distintas eficacias de los métodos de enseñanza empleados*”.

La notación científica del resultado es la siguiente:

“ $F(2,9) = 7.58, <0.05$ ”.

II. Cálculo del ANOVA I con el programa Excel

Ahora mostraremos el cálculo del análisis de varianza de tipo I con los programas de cómputo EXCEL y SPSS. Utilicemos los valores del ejemplo anterior que se muestran en la figura 1.



	A	B	C	D
1	Método			
2	Lectura individual	De exposición	De discusión	
3	6	6	2	
4	9	7	5	
5	11	9	4	
6	10	8	6	
7				
8				

Figura 1

Nota que la disposición de los datos es en columnas contiguas, mismas que incluyen los títulos de los grupos y del ejercicio (método). El procedimiento de cálculo es el siguiente.

En el menú **Datos** busque “**Análisis de datos...**”; y después **Análisis de varianza de un factor**. Seleccione la función y proceda a llenar los campos que se muestran en la figura 2.

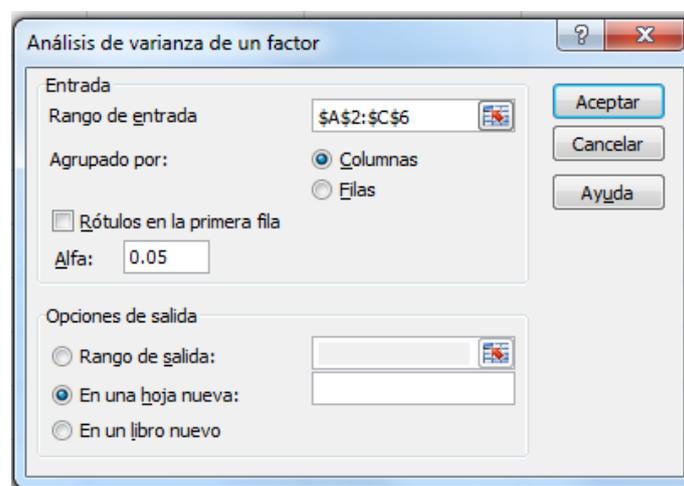


Figura 2.

En el *rango de entrada* se coloca la referencia de celda correspondiente al rango de datos que desee analizar. La referencia deberá contener dos o más rangos contiguos organizados en columnas o filas. En el ejemplo el rango de entrada lo componen las celdas de A2 hasta C6. Si cuentas con *rótulos* en la primera fila, activa la casilla correspondiente de otra forma el comando te devolverá un mensaje de error.

El valor de **alfa** que da la función de ANOVA I, es de 0.05, pero puede cambiarla escribiendo en el campo el valor deseado. Recuerda que en Ciencias Sociales y en Psicología el valor alfa mínimo aceptable es de 0.05.

En *opciones de salida*, como en las otras funciones tiene la alternativa de colocar la tabla dentro de la misma hoja de cálculo, en una hoja nueva, en un libro nuevo. Para ello seleccione la casilla correspondiente y proporcione la información solicitada. Excel determinará automáticamente el tamaño del área de resultados y mostrará un mensaje si la tabla de resultados reemplaza datos ya existentes o si sobrepasa los límites de la hoja de cálculo.

A continuación damos clic en aceptar y Excel devuelve la siguiente información, (figura 3).

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Lectura individual	4	36	9	4.67
De exposición	4	30	7.5	1.67
De discusión	4	17	4.25	2.92

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	47.17	2	23.58	7.65	0.011	4.256
Dentro de los grupos	27.75	9	3.08			
Total	74.92	11				

Figura 3.

En la primera tabla con el encabezado **RESUMEN** se encuentra la información correspondiente a los *grupos* que analizó, la *cuenta* que indica el número de datos por cada uno de los grupos, la suma, el promedio y la varianza, todos ellos son estadísticos descriptivos.

En la segunda tabla con el encabezado **ANÁLISIS DE VARIANZA**, se muestra el resultado de las operaciones propias del procedimiento y tres valores que permiten decidir acerca de nuestra hipótesis. Para decidir que existe una diferencia estadística significativa el valor numérico de la F debe ser mayor o igual al valor de F_c , lo cual se indica como $F \geq F_c$. Donde F = valor numérico resultado de los cálculos efectuados y F_c = valor crítico para F que se obtiene de tablas. Por lo tanto sí existe diferencia estadísticamente significativa entre el desempeño de los alumnos de los cuatro grupos.

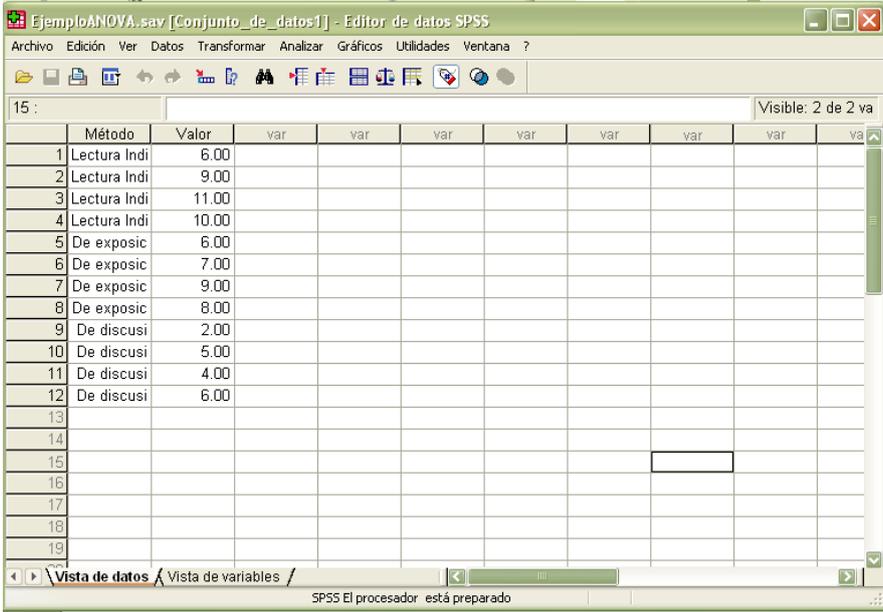
Si deseas saber con qué alfa estos resultados son significativos o hasta qué α pueden “soportar” los datos, Excel nos da un dato encabezado como “probabilidad” (P) el cual puede sustituirse en la casilla correspondiente en el cuadro de diálogo del anova, la F calculada será iguala a la F crítica ($F=F_c$). Es decir que el p-valor es el valor α más pequeño que hace rechazar H_0 según la muestra observada. En el ejemplo esta “sugerencia” del programa resulta conveniente. Sí aceptamos que $\alpha=0.0114$ tendríamos 98.86% de seguridad para generalizar los resultados sin equivocarse, y 1.14% en contra; en lugar del $\alpha=0.05$ que implica un 95% de seguridad para generalizar sin equivocarse, y solo 5% en contra.

Con seguridad ya te hiciste una pregunta importante en ambos análisis mostrados en este documento. Sabemos que hay diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos de enseñanza analizados. Pero ¿Cuál de los métodos de enseñanza es mejor que los otros? Nos gustaría conocer los detalles de cada contraste. Tendríamos tres opciones para dar respuesta a la pregunta: a) observar las medias de cada grupo e identificar el (los) de mayor valor, b) realizar un análisis con la prueba t de Student para cada posible combinación por

pares de grupo, y b) calcular el ANOVA I con el programa SPSS y solicitar un análisis *post hoc*. Vemos dicho procedimiento con detalle.

II. Cálculo del ANOVA I con el programa SPSS

Para mostrar el cálculo de Anova I en SPSS es necesario disponer los datos como se muestra en la figura 4. Recuerda que cada columna es una variable y se deben indicar sus cualidades.



	Método	Valor	var							
1	Lectura Indi	6.00								
2	Lectura Indi	9.00								
3	Lectura Indi	11.00								
4	Lectura Indi	10.00								
5	De exposic	6.00								
6	De exposic	7.00								
7	De exposic	9.00								
8	De exposic	8.00								
9	De discusi	2.00								
10	De discusi	5.00								
11	De discusi	4.00								
12	De discusi	6.00								
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										

Figura 4.

Da Clic en la pestaña **Vista de Variables**, en la columna **Valores** correspondiente a la variable **Método** (figura 5). Coloca el número 1 (**Valor**) para el Método de Lectura individual (**Etiqueta**), el número 2 para el Método de Exposición y el número 3 para el Método de discusión.

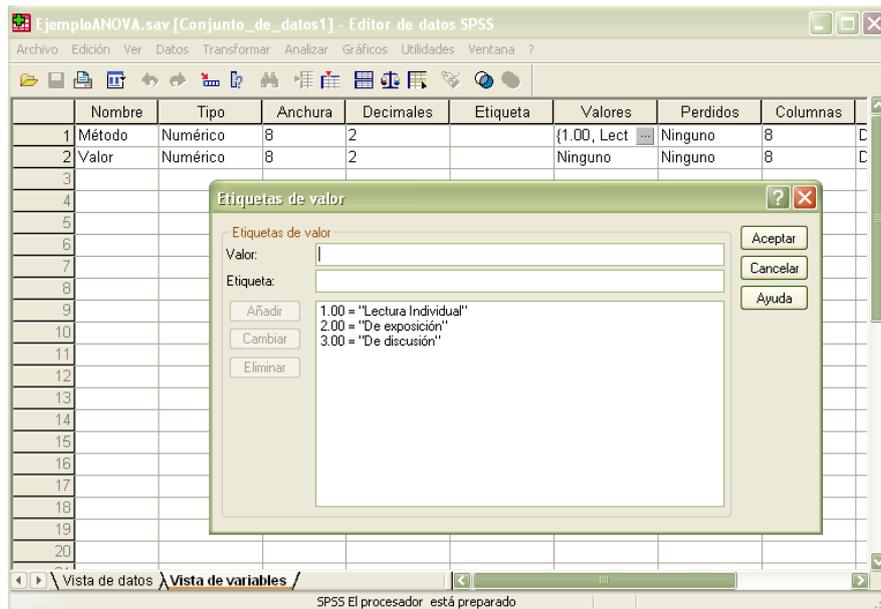


Figura 5

En el menú **Analizar**, selecciona **Comparar medias** > **Anova de un factor** para acceder al cuadro de diálogo correspondiente (figura 6).

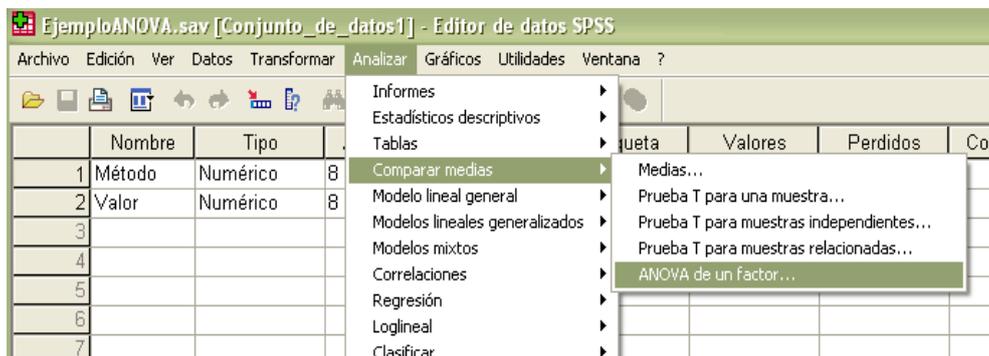


Figura 6

En el cuadro de diálogo *Anova de un factor*, selecciona la variable cuantitativa que se desea comparar y trasládala a la lista **Dependientes**. Selecciona la variable categórica y trasládala al cuadro **Factor** (figura 7).



Figura 7

Da clic en el botón **Post Hoc** para acceder al cuadro de diálogo *ANOVA de un factor: Comparaciones múltiples post hoc*, en él seleccionarás la prueba de Tukey y establece el nivel de significación (.05). Selecciona el botón **Continuar** (figura 8).



Figura 8.

Dar clic en el botón **Opciones** para acceder al cuadro de diálogo *ANOVA de un factor: Opciones*, en él selecciona Descriptivos y Prueba de homogeneidad de las varianzas. En seguida da clic en **Continuar** (figura 9).

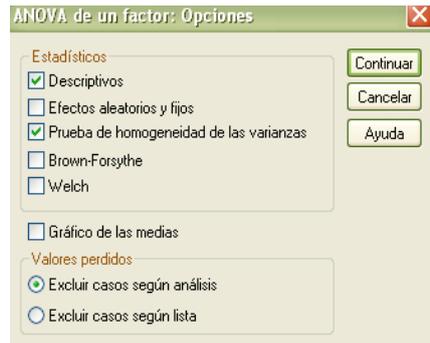


Figura 9.

Da clic en **Aceptar** en la ventana de diálogo principal *ANOVA de un factor*. Enseguida aparecerán en el *Visor de resultados SPSS*, varias tablas con la siguiente información.

En la tabla **Resumen del ANOVA de un factor** se muestra el estadístico F , cocientes entre dos estimadores diferentes: uno basado en la variación existente entre los grupos (*Inter-grupos*) y otro basado en la variación existente dentro de cada grupo (*Intra-grupos o error*); también ofrece una cuantificación de ambas fuentes de variación (*Suma de cuadrados*), los grados de libertad asociados a cada suma (gl) y el valor concreto que adopta cada estimador de la varianza poblacional (Medias cuadráticas). El cociente entre estas dos medias cuadráticas proporciona el valor del estadístico F , el cual aparece acompañado de su correspondiente nivel crítico o nivel de significación observado (*Sig.*), es decir, de la probabilidad de obtener valores F como el obtenido o mayores bajo la hipótesis nula de igualdad de medias (figura 10).

Resumen del ANOVA de un factor.

ANOVA					
Valor	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	47.167	2	23.583	7.649	.011
Intra-grupos	27.750	9	3.083		
Total	74.917	11			

Figura 10

En la figura 11 observamos la tabla **Descriptivos** en la que se pueden observar los valores del tamaño de muestra por grupo, la media, la desviación típica, el mínimo y el máximo, entre otras.

Descriptivos

Valor

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Lectura Individual	4	9.0000	2.16025	1.08012	5.5626	12.4374	6.00	11.00
De exposición	4	7.5000	1.29099	.64550	5.4457	9.5543	6.00	9.00
De discusión	4	4.2500	1.70783	.85391	1.5325	6.9675	2.00	6.00
Total	12	6.9167	2.60971	.75336	5.2585	8.5748	2.00	11.00

Figura 11.

La tabla **Prueba de homogeneidad de varianzas** contiene el contraste de Levene sobre igualdad de varianzas, junto con el valor estadístico (.265), aparecen los grados de libertad (gl 1=2, gl 2=9) y el nivel crítico (Sig. < .773). Puesto que el nivel crítico es grande, se acepta la hipótesis de igualdad de varianzas y se concluye, que en las poblaciones definidas por las tres categorías de métodos, las varianzas de la variable valor son iguales (figura 12).

Prueba de homogeneidad de varianzas

Valor

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
.265	2	9	.773

Figura12.

La siguiente tabla **Comparaciones múltiples**, muestra la prueba Post Hoc, informa la diferencia entre todos los posibles pares de medias (indicando con un asterisco las diferencias significativas), el error estándar de la diferencia, la significancia de cada diferencia y el intervalo de confianza del 95% para cada diferencia (figura 13).

Prueba Post Hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Valor

HSD de Tukey

(I) Método	(J) Método	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Lectura Individual	De exposición	1.50000	1.24164	.478	-1.9667	4.9667
	De discusión	4.75000*	1.24164	.010	1.2833	8.2167
De exposición	Lectura Individual	-1.50000	1.24164	.478	-4.9667	1.9667
	De discusión	3.25000	1.24164	.066	-.2167	6.7167
De discusión	Lectura Individual	-4.75000*	1.24164	.010	-8.2167	-1.2833
	De exposición	-3.25000	1.24164	.066	-6.7167	.2167

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Figura 13.

De acuerdo con el resultado obtenido de la prueba Post Hoc, puede concluirse que el método de lectura individual es más eficaz que el de discusión, pero no así el contraste con el método de exposición.

Recuerda finalmente, que sea cual sea el procedimiento para calcular el Análisis de varianza de tipo I, el reporte final se concreta en un texto como el siguiente:

Existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los tres grupos experimentales y podemos atribuirlos a las distintas eficacias de los métodos de enseñanza empleados [F (2,9) = 7.58, <0.05]. De acuerdo con el contraste post hoc el método de lectura individual es el más eficaz.

III. Ejercicios de *Anova I*

A continuación se presentan un conjunto de ejercicios para que calcules si existe diferencia en las medias utilizando en Análisis de varianza de tipo I. Utiliza el procedimiento de tu preferencia o el que indica el problema. Al final de este bloque de ejercicios encontraras los resultados.

1. Supongamos que usted es un nutriólogo a quien se le ha pedido determine si existe una diferencia en el contenido de azúcar de las tres principales marcas de cereal para el desayuno (A, B y C). Para evaluar la cantidad de azúcar que contienen los cereales, usted selecciona una muestra aleatoria de seis paquetes de cada marca y lleva a cabo un examen químico del contenido de azúcar de cada uno. Así midió los siguientes gramos de azúcar:

Cereal para el desayuno		
A	B	C
1	7	5
4	5	4
3	3	4
3	6	5
2	4	7
5	7	8

- a. Determine si alguna de las marcas tiene un contenido de azúcar diferente. Utilice $\alpha = 0.05$.

2. Un investigador realiza un experimento para determinar si la pérdida del sueño afecta la capacidad para mantener constante la atención. Quince individuos son divididos de manera aleatoria entre los siguientes tres grupos de 5 sujetos cada uno: el grupo 1, que duerme de manera normal (de 7 a 8 horas); el grupo 2, que no duerme durante 24 horas, y el grupo 3, que no duerme durante 48 horas. A los tres grupos se les somete a la misma prueba de percepción auditiva, la cual consiste en hacerlos oír tonos de medio segundo a intervalos irregulares durante una hora. En ciertas ocasiones, un tono es ligeramente más corto que los demás. La tarea del sujeto consiste en detectar los tonos más cortos. Así se observaron los siguientes porcentajes de percepciones correctas:

Sueño normal	Sin dormir durante 24 horas	Sin dormir durante 48 horas
85	60	60
83	58	48
76	76	38
64	52	47
75	63	50

- a. Determine si existe un efecto global por privación del sueño, utilizando las ecuaciones conceptuales del análisis de varianza de un factor. Utilice $\alpha = 0.05$.

3. Para verificar si la memoria cambia con la edad, un investigador realiza un experimento en el cual participan cuatro grupos de seis sujetos cada uno. Los grupos difieren en cuanto a la edad de los sujetos. En el grupo 1, los sujetos tienen 30 años; en el grupo 2 tienen 40 años; en el grupo 3 tienen 50 años; y en el grupo 4 tienen 60 años. Suponga que todos los sujetos gozan de buena salud y que los grupos concuerdan en otras variables importantes, tales como la escolaridad, el CI, el género, la motivación, y así sucesivamente. Se muestra a cada sujeto una serie de sílabas sin sentido (una combinación de tres letras sin significado, como DAF o FUM) a razón de una sílaba cada 4 segundos. La serie se muestra dos veces, después de lo cual se pide a los sujetos que escriban el mayor número posible de sílabas que sean capaces de recordar. El número de sílabas que logró recordar cada sujeto se presenta en la siguiente tabla:

30 años de edad	40 años de edad	50 años de edad	60 años de edad
14	12	17	13
13	15	14	10
15	16	14	7
17	11	9	8
12	12	13	6
10	18	15	9

a. Utilice el análisis de varianza con $\alpha = 0.05$ para determinar si la edad tiene algún efecto sobre la memoria.

4. Supongamos que usted es contratado por un servicio de evaluación de productos y que debe evaluar acumuladores para automóvil. En esta parte del estudio, usted quiere determinar si existe una diferencia de la vida útil de los mejores acumuladores de tres fabricantes (A, B y C). Como base de su evaluación, usted selecciona una muestra aleatoria de cuatro acumuladores de cada fabricante y les aplica pruebas de laboratorio, las cuáles le permitirán determinar la vida útil de cada uno. En la siguiente tabla se presentan los resultados, en términos de meses de vida útil de los acumuladores:

Fabricantes del acumulador		
A	B	C
52	46	44
57	52	53
55	51	50
59	50	51

Utilice el análisis de varianza con $\alpha = 0.05$ para determinar si existe alguna diferencia entre estas tres marcas de acumuladores.

5. Un psicólogo clínico está interesado en evaluar la eficacia de las tres técnicas siguientes para el tratamiento de la depresión leve: reestructuración cognitiva, entrenamiento de asertividad, y un programa de ejercicios y nutrición. A partir de la lista de espera del centro de asesoría de la universidad, se extrae una muestra de 40 estudiantes que sufren depresión leve, y se asigna a 10 de ellos, de manera aleatoria, a las tres técnicas ya mencionadas; los 10 restantes se integran a un grupo de control placebo. El tratamiento se lleva a cabo durante 10 semanas, después de lo cual se mide la depresión mediante la escala de depresión de Beck. A continuación se presentan los niveles de depresión observados después del tratamiento. Una mayor puntuación indica mayor depresión.

Tratamiento			
Placebo	Reestructuración cognitiva	Entrenamiento de asertividad	Ejercicio y nutrición
27	10	16	26
16	8	18	24
18	14	12	17
26	16	15	23
18	18	9	25
28	8	13	22
25	12	17	16
20	14	20	15
24	9	21	18
26	7	19	23

Determina si existe una diferencia en las medias.

6. Un investigador universitario con conocimientos de medicina china realizó un estudio para averiguar si la acupuntura puede ayudar a reducir la adicción a la cocaína. En este experimento, 18 adictos a la cocaína fueron asignados aleatoriamente a tres grupos, incluyendo a 6 adictos en cada grupo. Un grupo recibió durante 10 semanas un tratamiento de acupuntura, en el cual a los sujetos se les insertaron agujas en ciertos puntos del pabellón auricular donde se cree que la estimulación es eficaz. A otro grupo, el grupo placebo, se le insertaron agujas en puntos de la oreja que, según se cree, no son eficaces. El tercer grupo no recibió tratamiento alguno de acupuntura y, en su lugar, los adictos que lo integraban recibieron terapia de relajación. A todos los grupos se les impartió también asesoría durante las 10 semanas del periodo de tratamiento. La variable dependiente fue el deseo de consumir cocaína, medida por el número de accesos de avidez de esa sustancia que experimentó cada uno de los adictos en la última semana del tratamiento. Los resultados se presentan a continuación.

Acupuntura + asesoría	Placebo + asesoría	Terapia de relajación + asesoría
4	8	12
7	12	7
6	11	9
5	8	6
2	10	11
3	7	6

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

7. Una profesora imparte tres secciones de un curso de introducción a la psicología y en cada sección cubre el mismo material. Ha preparado un examen final diferente para cada sección, pero sospecha que una de las versiones es más difícil que las otras dos. Entonces decide realizar un experimento para evaluar la dificultad del examen. Durante el periodo de revisión, inmediatamente antes de los exámenes finales, ella selecciona al azar a cinco voluntarios de cada clase. A los voluntarios de la clase 1 les entrega la versión 1 del examen; los voluntarios de la clase 2 reciben la versión 2, y a los voluntarios de la clase 3 les proporciona la versión 3. Por supuesto, todos los voluntarios prometen no revelar ninguna de las preguntas de ese examen y además, naturalmente, todos los voluntarios resolverán un examen final diferente del que presentaron durante el experimento. A continuación se presentan los resultados.

Versión 1	Versión 2	Versión 3
del	del	del
examen	examen	examen
70	95	88
92	75	76
85	81	84
83	83	93
78	72	77

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

8. Con frecuencia, la ideología política se mide en una escala conservador-liberal. Supón que tú cuentas con una escala de ideología con un nivel de intervalo, con puntuaciones que van de cero (extremadamente conservador) a 15 (extremadamente liberal). De acuerdo con los siguientes datos de una encuesta, prevé la hipótesis relacionada con el hecho de que varias categorías raciales o étnicas difieren en lo que se refiere a ideología política. Asume la igualdad de las varianzas poblacionales.

Categoría racial o étnica	Puntuación de ideología conservador-liberal
Angloamericano	7
Angloamericano	8
Angloamericano	7
Angloamericano	5
Angloamericano	4
Angloamericano	8
Angloamericano	4
Afroamericano	10
Afroamericano	10
Afroamericano	7
Afroamericano	8
Afroamericano	9
Afroamericano	8
Afroamericano	10
Hispano	8
Hispano	7
Hispano	10
Hispano	9
Hispano	8
Hispano	12
Hispano	11

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

9. En Estados Unidos, aproximadamente una de cada cuatro personas tiene obesidad, sobrepeso serio que pone a una persona en riesgo de sufrir efectos físicos adversos en su salud, como diabetes y enfermedades del corazón. La obesidad también tiene efectos psicológicos adversos, como hacer sentir mal a las víctimas por la impresión que sus cuerpos provocan en otros. Supongamos que se comparan tres grupos de personas con diferente peso en una escala de insatisfacción corporal, instrumento de sondeo con un nivel de intervalo/razón, con puntuaciones que van de 0 a 30. Tomando en cuenta la altura, género y complejión de los individuos, se les clasifica como normales, casi obesos (20% a 30% por encima del peso normal) y obesos (más del 30% por encima del peso normal). ¿Afecta la obesidad la satisfacción con respecto a la apariencia corporal? Asume la igualdad de las varianzas poblacionales.

Grupo de peso	Escala de puntuación de insatisfacción corporal
Rango normal	11
Casi obeso	15
Casi obeso	13
Obeso	16
Rango normal	9
Casi obeso	14
Obeso	19
Obeso	17
Rango normal	13
Casi obeso	16
Obeso	15
Rango normal	12
Casi obeso	11
Obeso	15
Rango normal	10

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

10. Al investigar sobre los peligros de la cafeína, un investigador agrega dos tipos de cafeína (la que se encuentra en el café y la que se encuentra en el chocolate) al suministro de agua de grupos de ratas criadas en laboratorio. Por lo general, esta especie sobrevive cerca de 13 meses. El suministro de agua del grupo control de ratas no fue alterado con cafeína. ¿Afecta la cafeína el tiempo de vida de las ratas? Prueba la hipótesis con los siguientes datos. Asume la igualdad de las varianzas poblacionales.

Grupo de tratamiento	Días que vivió la rata
Cafeína de café	398
Cafeína de café	372
Cafeína de café	413
Cafeína de café	419
Cafeína de café	408
Cafeína de café	393
Cafeína de café	387
Cafeína de café	414
Cafeína de chocolate	401
Cafeína de chocolate	389
Cafeína de chocolate	413
Cafeína de chocolate	396
Cafeína de chocolate	406
Cafeína de chocolate	378
Cafeína de chocolate	382
Cafeína de chocolate	417
Control (sin cafeína)	412
Control (sin cafeína)	386
Control (sin cafeína)	394
Control (sin cafeína)	409
Control (sin cafeína)	415
Control (sin cafeína)	401
Control (sin cafeína)	384
Control (sin cafeína)	398

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

10. Al igual que Guth y cols. (1995), pretendemos analizar si las ideas religiosas influyen en los puntos de vista de una persona en relación con el ambiente. Comparamos clérigos de tres denominaciones –evangélico, protestante y católico- con la suposición de que los líderes religiosos de una denominación en particular tienen creencias religiosas similares. Nuestra variable dependiente constituye una escala de nivel de intervalo/razón, la cual mide las actitudes positivas con respecto al ambientalismo –apoyo a los esfuerzos gubernamentales para controlar la contaminación-. (Una puntuación alta indica mucho apoyo.) ¿Existe alguna relación entre las creencias religiosas y el ambientalismo? Asume la igualdad de las varianzas poblacionales.

Clérigo	Puntuación en la escala ambientalista
Ministro protestante	26
Sacerdote católico	30
Ministro protestante	24
Ministro evangélico	14
Sacerdote católico	25
Ministro evangélico	12
Ministro protestante	31
Sacerdote católico	34
Ministro protestante	22
Ministro evangélico	23
Ministro protestante	28
Sacerdote católico	28
Sacerdote católico	24
Ministro evangélico	17
Ministro protestante	32
Sacerdote católico	25
Ministro evangélico	22
Ministro evangélico	19

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

11. Tú te encuentras estudiando la relación entre la ocupación y el nivel de depresión medida en la Escala de Depresión del Centro de Estudios Epidemiológicos (CES-D). Con los siguientes datos ficticios, prueba la hipótesis de que la depresión varía entre las diferentes ocupaciones. Asume la igualdad de las varianzas poblacionales.

Ocupación	Puntuación CES-D
Cajero de banco	6
Cajero de banco	9
Cajero de banco	11
Cajero de banco	6
Cajero de banco	4
Cajero de banco	5
Cajero de banco	3
Paramédico	14
Paramédico	18
Paramédico	15
Paramédico	13
Paramédico	19
Paramédico	14
Paramédico	13
Profesor universitario	8
Profesor universitario	13
Profesor universitario	9
Profesor universitario	9
Profesor universitario	12
Profesor universitario	7
Profesor universitario	14

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

12. Los investigadores han encontrado que los vecindarios menos prósperos cuentan con menos lugares para adquirir alimentos saludables. Supongamos que tú deseas replicar el estudio en tu comunidad. Realizas una encuesta en diversos vecindarios clasificados de acuerdo con tres niveles de ingresos (X). Registras el número de lugares en cada vecindad donde se pueden comprar alimentos saludables (Y). ¿Influye el nivel de ingresos del vecindario en el número de opciones de alimentos saludables? Asume la igualdad de las varianzas poblacionales.

X Nivel de ingresos del vecindario	Y Cantidad de lugares que venden alimentos saludables
Ingreso bajo	7
Ingreso alto	14
Ingreso bajo	4
Ingreso medio	9
Ingreso medio	10
Ingreso alto	12
Ingreso bajo	6
Ingreso alto	15
Ingreso medio	13
Ingreso bajo	8
Ingreso alto	10
Ingreso bajo	10
Ingreso medio	11
Ingreso alto	13
Ingreso bajo	5
Ingreso alto	10
Ingreso medio	8
Ingreso medio	10

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

13. Se ha reportado que las vitaminas antioxidantes refuerzan los niveles de inmunidad en el cuerpo humano. Tú deseas probar la hipótesis y administras dos tipos de suplementos antioxidantes: antioxidantes fabricados (como las píldoras) o antioxidantes naturales (como la fruta). Para esta comparación, incluyes un grupo control al cual no se administran antioxidantes. Prueba la hipótesis con los siguientes datos (ficticios). Asume la igualdad de las varianzas poblacionales.

Grupo de tratamiento	Nivel de inmunidad
Fabricado	21
Fabricado	23
Fabricado	19
Fabricado	17
Fabricado	26
Fabricado	28
Fabricado	16
Fabricado	23
Natural	27
Natural	19
Natural	18
Natural	28
Natural	21
Natural	23
Natural	24
Natural	20
Control (sin antioxidantes)	15
Control (sin antioxidantes)	17
Control (sin antioxidantes)	19
Control (sin antioxidantes)	14
Control (sin antioxidantes)	15
Control (sin antioxidantes)	13
Control (sin antioxidantes)	20
Control (sin antioxidantes)	15

Utilizando $\alpha = 0.05$, ¿cuál es la conclusión de usted?

14. En un esfuerzo por atraer adeptos, un grupo local de iglesias sin denominación reportó que sus miembros se encuentran más satisfechos que los miembros de las iglesias locales protestante y católica. Tú deseas probar esta afirmación, así que muestreas las poblaciones de las iglesias sin denominación, protestante y católica. De acuerdo con los siguientes datos (ficticios), prueba la hipótesis de que existe una diferencia en lo que se refiere a la satisfacción entre los miembros de las iglesias protestante, católica y sin denominación. Asume la igualdad de las varianzas poblacionales.

Afiliación religiosa	Puntuación de satisfacción
Protestante	20
Católico	27
Sin denominación	22
Católico	16
Protestante	15
Católico	28
Sin denominación	24
Sin denominación	23
Protestante	14
Católico	13
Sin denominación	27
Protestante	23
Sin denominación	21
Católico	15
Sin denominación	15
Católico	19
Protestante	16
Protestante	22

III. Respuesta a los ejercicios.

En este apartado se muestran las respuestas a los ejercicios por medio de una tabla genérica que concentra los valores de ANOVA I así como la notación científica y la idea clave de prueba de hipótesis.

1.

ANOVA de un factor					
Azúcar					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23.444	2	11.722	4.774	.025
Intra-grupos	36.833	15	2.456		
Total	60.278	17			

$$F(2,15) = 4.77, p < .025$$

Rechaza H_0 y concluye que por lo menos uno de los cereales tiene un contenido de azúcar diferente.

El desayuno 3 tiene más azúcar.

2.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	1962.133	2	981.07	14.06	0.00
Dentro de los grupos	837.2	12	69.77		
Total	2799.333	14			

$$F(2,12) = 14.06, p < .00$$

La pérdida de sueño afecta la capacidad para mantener constante la atención.

El grupo sin dormir por 48 muestra una menor capacidad para mantener la atención.

3.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	108.33	3	36.11	5.40	0.01
Dentro de los grupos	133.67	20	6.68		
Total	242	23			

$F(3,20) = 5.40, p < 0.01$

A mayor edad se observa una menor capacidad de memoria.

4.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	100.17	2	50.08	4.87	0.04
Dentro de los grupos	92.50	9	10.28		
Total	192.67	11			

$F(2,9) = 4.87, p < 0.04$

Existe diferencia significativa en la vida útil de los acumuladores. La marca A tiene en promedio una mayor duración.

5.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	762.875	3	254.292	15.924	0.000
Dentro de los grupos	574.9	36	15.969		
Total	1337.775	39			

$F(3,36) = 15.924, p < 0.000$

Existe diferencia significativa en la eficacia de las tres técnicas para el tratamiento de la depresión leve. La técnica de reestructuración cognitiva presenta en promedio una disminución de la depresión.

6.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	80.11	2	40.06	8.54	0.003
Dentro de los grupos	70.33	15	4.69		
Total	150.44	17			

$F(2,15) = 8.54, p < 0.000$

Existe diferencia en los tres métodos para reducir el consumo de cocaína. La acupuntura puede ayudar a reducir la adicción a la cocaína.

7.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	16.53	2	8.267	0.125	0.884
Dentro de los grupos	795.20	12	66.267		
Total	811.73	14			

$F(2,12) = 0.125, p < 0.884$

No hay diferencia en la dificultad de los exámenes.

8.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	40.67	2	20.333	7.764	0.004
Dentro de los grupos	47.14	18	2.619		
Total	87.81	20			

F (2,18) = 7.764, p<0.004

Existe diferencia en la ideología política atribuible al origen étnico. Los hispanos tiene un mayor puntaje.

9.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	72.933	2	36.467	12.156	0.001
Dentro de los grupos	36	12	3		
Total	108.933	14			

F (2,12) = 12.156, p<0.001

La obesidad afecta la satisfacción con respecto a la apariencia corporal.

10.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	33.25	2	16.63	0.08	0.919
Dentro de los grupos	4136.38	21	196.97		
Total	4169.63	23			

F (2,21) = 0.08, p<0.919

La cafeína no afecta el tiempo de vida de las ratas

11.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	368.111	2	184.056	11.269	0.00102849
Dentro de los grupos	245	15	16.333		
Total	613.111	17			

$F(2,15) = 11.269, p < 0.001$

Existe relación entre las creencias religiosas y el ambientalismo. Los evangélicos presentan menos conductas ambientalistas.

12.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	275.42	2	137.71	19.718	0.000
Dentro de los grupos	125.71	18	6.98		
Total	401.14	20			

$F(2,18) = 19.718, p < 0.000$

La depresión varía entre las diferentes ocupaciones. Los paramédicos muestran una mayor depresión.

13.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	98.11	2	49.05	12.366	0.00067
Dentro de los grupos	59.5	15	3.96		
Total	157.61	17			

$F(2,15) = 12.366, p < 0.000$

El nivel de ingresos del vecindario influye en el número de opciones de alimentos saludables

14.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	199.08	2	99.54	8.0437	0.0025
Dentro de los grupos	259.87	21	12.37		
Total	458.95	23			

$F(2,21) = 8.04, p < 0.002$

Existe diferencia en el nivel de inmunidad provocado por el suministro de diferentes vitaminas antioxidantes. Las vitaminas de origen natural tienen una mayor efecto en la inmunidad.

15.

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
				0.8691588	
Entre grupos	41.3333333	2	20.6666667	8	0.43938566
Dentro de los grupos	356.666667	15	23.7777778		
Total	398	17			

$F(2,15) = .869, p < 0.439$

No hay diferencia en la satisfacción entre los miembros de las iglesias protestante, católica y sin denominación

IV. Bibliografía

- Briones, G. (1995). *Métodos y técnicas de investigación en ciencias sociales* (4ª ed.), México: Trillas.
- Dixon, W., y Massey, F., (1970), *Introducción al análisis estadístico*, (2ª. ed.). México: McGraww-Hill.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C., Baptista, P. (2006) *Metodología de la investigación*, (4ª. ed.). México: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Pagano, R. (2006). *Estadística para las ciencias del comportamiento*, (7ª. ed.). México: Thomson.
- Ritchey, F. (2008). *Estadística para las ciencias sociales* (2ª. ed.). México, McGraw Hill.
- Shaughnessy, J., Zechmeister, E., Zechmeister, J. (2007) *Métodos de investigación en Psicología*, (7ª. ed.). México: Mc Graw-Hill.