



Universidad Autónoma de Yucatán
Facultad de Matemáticas

Desempeño de niños clarinetistas según su formación musical

ANÁLISIS MULTIVARIADO

Reporte Estadístico

Por:

- **Álvarez Samantha**
- **Asencio Alejandra**
- **Sobrino Samantha**

Licenciatura en Actuaría





UADY

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN

"Luz, Ciencia y Verdad"

FACULTAD DE MATEMÁTICAS

Análisis Multivariado

***"Desempeño de niños clarinetistas según su
formación"***

MANOVA

Reporte Estadístico

Por:

- Álvarez Herrera Samantha
- Asencio Alejandra
- Sobrino Bermejo Samantha

Profesora: Rocío Acosta Pech

Licenciatura en Actuaría.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
ABSTRACTO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	2
MÉTODOLOGÍA.....	2
ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	2
RECOLECCIÓN DE LOS DATOS.....	3
OBJETIVOS.....	3
MANOVA.....	4
RESULTADOS.....	4
CONCLUSIONES.....	4
REFERENCIAS.....	5
ANEXOS	
A. TABLA DE DATOS DEL ESTUDIO.....	i
B. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO.....	ii
C. EXPLORACIÓN DE SUPUESTOS CORRESPONDIENTES AL ϵ_i	iii
D. RESULTADOS DEL PAQUETE ESTADÍSTICO (MANOVA).....	iv
E. RESULTADOS DEL PAQUETE ESTADÍSTICO (ANOVA).....	v

Abstracto

En este trabajo se tienen dos grupos de niños que están aprendiendo a tocar el clarinete, el primer grupo (grupo experimental) lo aprende por medio de instrucciones programadas y el segundo de forma tradicional con instrucciones dadas en clase. De tal forma que se puede estudiar si existe diferencias en su rendimiento, para hallar si son factibles las nuevas vías de estudio de instrumentos musicales, en este caso del clarinete. Las variables consideradas son Interpretación, Tono, Ritmo, Entonación, Tempo y Articulación. Al final del trabajo hallamos que no existen diferencias significativas en los promedios de las calificaciones entre los dos medios de instrucción, por lo que se pueden utilizar las instrucciones programadas como una alternativa a la forma tradicional.

Cabe mencionar que el objetivo inicial del estudio es realizar un análisis de varianza de una vía (MANOVA) de los dos grupos de estudiantes para determinar si hay diferencias significativas en las calificaciones de rendimiento según el método de enseñanza.

Introducción

El mundo está experimentando cambios y avances tecnológicos día con día. Por medio de internet podemos hallar un extenso número de programas y videos que nos ayudan a aprender nuevas cosas, como lo son los idiomas o los instrumentos musicales. Algunos de los beneficios que tiene poder tomar clases en línea son reducir en gasto de traslado, las clases pueden ser más económicas o incluso gratis, los horarios son más flexibles, es decir, cada estudiante puede practicar en sus tiempos libres y no únicamente cuando el maestro esté libre.

Por lo tanto, es importante estudiar los rendimientos que se obtienen con instrucciones programadas y compararlas con los de las clases tradicionales. Las variables que tomamos en cuenta en el estudio son importantes debido a que son esenciales para medir el desarrollo de cada estudiante.

Antecedentes

Se han hecho investigaciones para analizar el aprendizaje en línea, uno de ellos fue publicado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Uno de los puntos del artículo de la UNAM fue que el aprendizaje en línea Promueve el desarrollo de habilidades de auto-regulación y sentido de auto-eficacia. Debido a la naturaleza de su dinámica, el aprender en línea, implica la habilidad de controlar las conductas, pensamientos y emociones, ya que no se tiene la intervención de un maestro que ayude a controlar lo mencionado.

Metodología.

Para este trabajo se cuenta con un factor con dos niveles. Para el primer nivel se cuenta con 12 réplicas y para el segundo 11, a las cuales se les midieron 6 variables. Se corrió un MANOVA de una vía para determinar si los niveles del factor tienen efecto en las variables dependientes.

Análisis descriptivo

Procederemos a puntualizar las características de las variables utilizadas en este estudio. (Para mayor detalle, consultar Anexo B):

- **Grupo (GP)**: Es el factor estudiado. Cuenta con dos niveles donde el primero son los niños que tomaron lecciones de clarinete bajo una instrucción programada y el segundo nivel son los niños que tomaron lecciones de clarinete en un salón de clases tradicional.
- **Interpretación (Int)**: Es el arte de ejecutar en un instrumento obras musicales de compositores de distintos períodos y estilos, conjugando el conocimiento del lenguaje musical, el dominio técnico y sonoro del instrumento y la sensibilidad, expresión y entrega del intérprete.

Esta variable tiene una media de 3.49 y una desviación estándar igual a 0.8431. Además, el sesgo estandarizado y la curtosis se encuentran dentro del intervalo de -2 a 2, la prueba de Shapiro Wilk arrojó resultados no significativos, por lo que los datos se ajustan a una distribución normal. ($Valor - p = 0.2025 > 0.05 = \alpha$).

- **Tono (Tone):** El tono es lo que podríamos denominar la «altura» del sonido. Es la cualidad que indica si un sonido es grave o agudo, dependiendo del número de vibraciones por segundo.

Tiene media de 2.96 y desviación estándar de 0.99. El sesgo y la curtosis se encuentran dentro del intervalo de -2 a 2 apoyando el resultado de la prueba de Shapiro: los datos se ajustan a una distribución normal. ($Valor - p = 0.057 > 0.05 = \alpha$)

- **Ritmo (Rhy):** Es la serie infinita de combinaciones que se pueden establecer entre las diferentes figuras en los momentos de escribir y de ejecutar la Música. Van desde las más simples hasta la de una complejidad extrema, desde las combinaciones que puede interpretar un niño de pocos años de edad hasta las que tiene que estudiar muy detenidamente un percusionista profesional.

Esta variable posee una media de 2.89 y una desviación estándar de 0.97. Por otro lado, el sesgo y la curtosis estandarizados se encuentran dentro del intervalo referencia. Una prueba de Shapiro Wilk determinó que los datos se ajustan a una distribución normal. ($Valor - p = 0.376 > 0.05 = \alpha$)

- **Entonación (Inton):** En música, "entonación" significa precisión en el sonido - es decir, la entonación determina si el sonido se reproduce perfectamente "sintonizado" o no. Una nota que se canta o se toca en un instrumento puede ser demasiado aguda (mayor frecuencia que el tono de referencia) o grave (frecuencia más baja que el tono de destino).

Esta variable tiene media de 3.15 y 0.93 como desviación estándar. Por otro lado, el sesgo y la curtosis sí se encuentran dentro del intervalo de -2 a 2, además la prueba de Shapiro Wilk no resultó significativa, por lo que los datos se ajustan a una distribución normal. ($Valor - p = 0.168 > 0.05 = \alpha$).

- **Tempo (Tem):** Esta palabra que en italiano significa literalmente «tiempo» indica básicamente la velocidad a la que se interpreta la pieza musical. Se suele poner al principio de la partitura.

Tiene media de 3.21 y desviación estándar de 0.488. Además, el sesgo y la curtosis se encuentran dentro del intervalo de -2 a 2, sin embargo, la prueba de Shapiro Wilk determinó que los datos no se ajustan a una distribución normal. ($Valor - p = 0.037 < 0.05 = \alpha$). A pesar de que a un nivel de significancia del 5% no se tenga normalidad, notamos que el valor p correspondiente no es tan pequeño, por las características de la variable, es posible asumir que esto no representa mayor problema puesto que se trata de calificaciones de una característica de la ejecución musical de los niños al igual que el resto de las variables analizadas cuya prueba sí resultó no significativa.

- **Articulación (Artic):** Forma en que se produce la transición de un sonido a otro, o sobre la misma nota. Hay diferentes tipos de articulación, teniendo un efecto distinto cada una: legato, no legato o suelto, staccato, staccatissimo, portato, tenuto. Los instrumentos de viento generalmente articulan con la lengua, cortando el flujo de aire, o bien con el diafragma.

Esta variable tiene media de 2.77 y 0.84 como desviación estándar. Por otro lado, el sesgo y la curtosis sí se encuentran dentro del intervalo de -2 a 2, además la prueba de Shapiro Wilk no resultó significativa, por lo que los datos se ajustan a una distribución normal. ($Valor - p = 0.29 > 0.05 = \alpha$).

Recolección de los datos

Los datos del proyecto se obtuvieron de "Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences" por James P. Stevens, de la Universidad de Cincinnati.

Todos los datos fueron validados por las autoridades de las Instituciones correspondiente. Lo anterior nos da la certeza de la veracidad y aleatoriedad de la muestra.

Objetivos del estudio

General: Determinar si hay diferencias en el desempeño de los niños en el clarinete según el método de instrucción que hayan recibido.

Específicos: En caso de encontrar diferencias significativas en el desempeño de los dos grupos, revisar si es posible la determinación de las variables que difieren entre ellos.

MANOVA

Supuestos:

- Independencia de las observaciones.
- Distribución normal multivariada en las variables dependientes de cada grupo.
- Igualdad de la matriz de covarianza.

Hipótesis:

$$H_0: \begin{pmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{21} \\ \mu_{31} \\ \mu_{41} \\ \mu_{51} \\ \mu_{61} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu_{12} \\ \mu_{22} \\ \mu_{32} \\ \mu_{42} \\ \mu_{52} \\ \mu_{62} \end{pmatrix}$$

Donde:

μ_{1i} : Es el promedio de las calificaciones obtenidas en interpretación del grupo i.

μ_{2i} : Es el promedio de las calificaciones obtenidas en tono del grupo i.

μ_{3i} : Es el promedio de las calificaciones obtenidas en ritmo del grupo i.

μ_{4i} : Es el promedio de las calificaciones obtenidas en entonación del grupo i.

μ_{5i} : Es el promedio de las calificaciones obtenidas en tempo del grupo i.

μ_{6i} : Es el promedio de las calificaciones obtenidas en articulación del grupo i.

$$H_1: \mu_{j1} \neq \mu_{j2} \text{ para alguna } j = 1, 2, \dots, 6$$

Estadístico de prueba:

Bajo H_0 verdadero, el estadístico de prueba está dado por la Lambda de Wilks:

$$\Lambda = \frac{|E|}{|E + H|}$$

Donde la matriz E contiene la suma de cuadrados dentro de los tratamientos para cada variable sobre la diagonal con las sumas análogas de los productos fuera de la diagonal y la matriz H contiene la suma de cuadrados entre los tratamientos sobre la diagonal para las 6 variables.

Resultados

Dado que se cumplieron los supuestos se puede interpretar el resultado del MANOVA. (Anexo C)

Como el valor-P resultó menor que el nivel de significación se rechaza H_0 y se decide por la alternativa, lo que indica que el método de instrucción tiene efecto sobre al menos una de las variables medidas. ($\Lambda = .004, P - \text{valor} < .0001$) (Anexo D)

Dado que la prueba multivariada resultó significativa se procedió a realizar los ANOVA por cada variable. Vimos que, a un nivel de significancia de 0.008%, las pruebas del factor grupo para las variables Interpretación ($F = 3.1139, P - \text{valor} = 0.09217$) y Tempo ($F = 0.0292, P - \text{valor} = 0.8659$) no se rechazó la hipótesis nula, es decir, que los dos grupos de niños no presentan calificaciones promedio significativamente diferentes en estos dos aspectos.

Por otro lado, las pruebas del factor en las variables **Tono** ($F = 13.975, P - \text{valor} = 0.001213$), **Ritmo** ($F = 9.3417, P - \text{valor} = 0.005995$), **Entonación** ($F = 13.859, P - \text{valor} = 0.001258$) y **Articulación** ($F = 17.172, P - \text{valor} = 0.0004606$) resultaron significativas, es decir, el método con el cual los niños tomaron lecciones de clarinete influye en la ejecución de estas variables. (Anexo E)

Conclusiones

En este estudio hemos hallado que existe un efecto sobre las variables que definen el desempeño de cada estudiante del clarinete según el *método de instrucción*. Por lo anterior, no podemos decir que las instrucciones programadas son iguales que las intrucciones con el método tradicional, ya que, los resultados no son los mismos. Como el objeto de este estudio fue simplemente de identificación de diferencias, se recomienda, en caso de ser necesario, la aplicación de otras pruebas que permitan ordenar los métodos de

formación, es decir, puntualizar cuál es mejor en para cada variable analizada.

Se podrían realizar futuros estudios en los que amplíen la cantidad de variables a medir, como el desempeño en público, y así poder tener un análisis más completo con el fin de mejorar los métodos de enseñanza en caso de que las instituciones lo requieran.

Referencias

- Johnson, R. y Wichern, D. (2007) *Applied Multivariate Statistical Analysis*, sexta edición, Pearson, Nueva Jersey.
- Scielo: Interpretación musical
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-27902012000200006
- Melomanos: Las cualidades del sonido, el tono.
<http://www.melomanos.com/la-musica/lenguaje-musical/las-cualidades-del-sonido/el-tono/>
- ECURED: Ritmo (música)
[https://www.ecured.cu/Ritmo_\(m%C3%BAsica\)](https://www.ecured.cu/Ritmo_(m%C3%BAsica))
- The Musica Trainer: Entonación y afinación
<https://trainer.thetamusic.com/es/content/intonation-and-tuning>
- ScireScience: Tempo, compás y ritmo: el latido de la música.
<https://scirescience.wordpress.com/2014/05/16/tempo-compas-y-ritmo-el-latido-de-la-musica/>
- Academic: Articulación (música)
<https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/110473>

ANEXO A: TABLA DE DATOS DEL ESTUDIO.

Tabla 1

Indicadores de desempeño de los niños en el clarinete

GP	INT	TONE	RHY	INTON	TEM	ARTIC
1	4.2	4.1	3.2	4.2	2.8	3.5
1	4.1	4.1	3.7	3.9	3.1	3.2
1	4.9	4.7	4.7	5	2.9	4.5
1	4.4	4.1	4.1	3.5	2.8	4
1	3.7	2	2.4	3.4	2.8	2.3
1	3.9	3.2	2.7	3.1	2.7	3.6
1	3.8	3.5	3.4	4	2.7	3.2
1	4.2	4.1	4.1	4.2	3.7	2.8
1	3.6	3.8	4.2	3.4	4.2	3
1	2.6	3.2	1.9	3.5	3.7	3.1
1	3	2.5	2.9	3.2	3.3	3.1
1	2.9	3.3	3.5	3.1	3.6	3.4
2	2.1	1.8	1.7	1.7	2.8	1.5
2	4.8	4	3.5	1.8	3.1	2.2
2	4.2	2.9	4	1.8	3.1	2.2
2	3.7	1.9	1.7	1.6	3.1	1.6
2	3.7	2.1	2.2	3.1	2.8	1.7
2	3.8	2.1	3	3.3	3	1.7
2	2.1	2	2.2	1.8	2.6	1.5
2	2.2	1.9	2.2	3.4	4.2	2.7
2	3.3	3.6	2.3	4.3	4	3.8
2	2.6	1.5	1.3	2.5	3.5	1.9
2	2.5	1.7	1.7	2.8	3.3	3.1

Donde:

GP: Grupo al que pertenece. (1: niños que tomaron lecciones de clarinete bajo una instrucción programada; 2: niños que tomaron lecciones de clarinete en un salón de clases tradicional).

INT: Puntaje promedio entre las calificaciones en interpretación de dos jueces.

TONE: Puntaje promedio entre las calificaciones en tono de dos jueces.

RHY: Puntaje promedio entre las calificaciones en ritmo de dos jueces.

INTON: Puntaje promedio entre las calificaciones en entonación de dos jueces.

TEM: Puntaje promedio entre las calificaciones en tempo de dos jueces.

ARTIC: Puntaje promedio entre las calificaciones en articulación de dos jueces.

ANEXO B: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES

Análisis individual de las variables.

El estudio cuenta con seis variables de interés, con 23 observaciones. A cada una se le determinó su media y su desviación estándar y se evaluó si su sesgo y su curtosis estandarizados se encuentran dentro del rango esperado para los datos de una distribución Normal. También se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para normalidad con un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$. El no rechazar la hipótesis nula indicaría que la muestra se ajusta a la distribución Normal.

Tabla 2. Resumen estadístico y prueba de normalidad

Variable	Recuento	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada	Prueba de normalidad (SW)	
									Estadístico W	P-valor
Interpretación (Int)	23	3.4913	0.843107	2.1	4.9	2.8	-0.492151	-0.932545	0.942238	0.202519
Tono (Tone)	23	2.96087	0.995325	1.5	4.7	3.2	0.113371	-1.47179	0.909002	0.0574432
Ritmo (Rhy)	23	2.89565	0.970697	1.3	4.7	3.4	0.269123	-1.11614	0.955247	0.376254
Entonación (Inton)	23	3.15652	0.934601	1.6	5	3.4	-0.4188	-0.532044	0.938457	0.167804
Tempo (Tem)	23	3.2087	0.487958	2.6	4.2	1.6	1.58838	-0.400069	0.893982	0.037517
Articulación (Artic)	23	2.76522	0.864769	1.5	4.5	3	0.0867725	-0.881409	0.949772	0.291849

En el resumen estadístico individual podemos observar la media y la desviación estándar correspondiente a cada una de las seis variables del estudio. Además, podemos ver el sesgo y la curtosis estandarizados, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal, valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, en este caso, ninguna de las variables presenta valores fuera del rango esperado.

Efectuando una prueba de Shapiro-Wilk vemos que los datos de las variables con valores-p en rojo no se ajustan a la distribución Normal con un nivel de confianza del 95%.

ANEXO C

VERIFICACIÓN DE SUPUESTOS

Normalidad multivariada:

Se hizo uso de la prueba de Royston para verificar el supuesto de normalidad multivariada. La hipótesis nula es que el vector de errores se ajusta a una distribución normal multivariada.

```
$multivariateNormality
      Test          H    p value MVN
1 Royston 10.91924 0.0929014 YES
```

Dado que el valor-P es mayor que el nivel de significancia no se rechaza la hipótesis nula por lo que los errores se ajustan a la distribución normal multivariada.

Igualdad de matrices de covarianza:

Se utiliza la prueba de Box para verificar el supuesto:

Hipótesis:

$$H_0: \Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma$$

H_1 : Al menos alguna de las matrices de covarianzas no es igual

Resultados:

Prueba de Box de la igualdad de matrices de covarianzas^a

M de Box	35.833
F	1.166
gl1	21
gl2	1591.736
Sig.	0.272

Prueba la hipótesis nula de de covarianzas observadas dependientes son iguales e
a. Diseño : GP

Como el *valor* – $P = 0.272 > 0.5 = \alpha$ entonces NO se rechaza la hipótesis nula por lo que concluimos que las matrices de covarianza de los dos grupos son estadísticamente iguales.

ANEXO D

MANOVA

Se presentan los resultados de distintas pruebas para el MANOVA. La hipótesis nula es que no existen diferencias en los promedios de las calificaciones de los aspectos medidos entre los dos diferentes medios de instrucción. Vemos que con un nivel de significancia del 5%, se rechaza la hipótesis nula por lo que se concluye que el tipo de instrucción tiene un efecto en al menos uno de los aspectos evaluados.

Pruebas multivariante ^a						
Efecto		Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
GP	Traza de Pillai	1.571	10.367	12.000	34.000	< 0.0001
	Lambda de Wilks	.004	39.664 ^b	12.000	32.000	< 0.0001
	Traza de Hotelling	106.172	132.715	12.000	30.000	< 0.0001
	Raíz mayor de Roy	104.790	296.905 ^c	6.000	17.000	< 0.0001

a. Diseño : GP

b. Estadístico exacto

c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

Puesto que la prueba multivariada resultó significativa, y dado que no se tienen medidas repetidas, procedemos a realizar pruebas individuales para cada variable, es decir, un Análisis de Varianza de una vía.

ANEXO E

ANOVA para cada variable

Antes de interpretar los ANOVAS univariados, es importante la revisión de supuestos de los mismos. La normalidad individual fue abordada en el *ANEXO B*.

Para verificar el supuesto de homogeneidad de varianzas de los grupos comparados se utiliza la *prueba de Levene*, que contrasta la Hipótesis Nula de que las varianzas de las poblaciones comparadas son idénticas. Esta prueba se basa en el estadístico W:

$$W = \frac{(N-k)}{(k-1)} \frac{\sum_i^k N_i (Z_i - Z_-)^2}{\sum_i^k \sum_j^{N_i} (Z_{ij} - Z_i)^2}$$

donde

k : Número de grupos

N : Número total de muestras

N_i : Número de muestras en el grupo i

$$Z_{ij} = \begin{cases} |Y_{ij} - \bar{Y}_i| \\ |Y_{ij} - \tilde{Y}_i| \end{cases}$$

Mediante el software estadístico tenemos que:

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error^a

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
INT	Se basa en la media	2.966	1	21	.100
	Se basa en la mediana	2.494	1	21	.129
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2.494	1	20.902	.129
	Se basa en la media recortada	3.060	1	21	.095
TONE	Se basa en la media	.057	1	21	.813
	Se basa en la mediana	.071	1	21	.792
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.071	1	18.085	.792
	Se basa en la media recortada	.014	1	21	.907
RHY	Se basa en la media	.010	1	21	.921
	Se basa en la mediana	.096	1	21	.759
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.096	1	20.008	.759

	Se basa en la media recortada	.030	1	21	.865
INTON	Se basa en la media	3.578	1	21	.072
	Se basa en la mediana	3.215	1	21	.087
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	3.215	1	20.926	.087
	Se basa en la media recortada	3.427	1	21	.078
TEM	Se basa en la media	.153	1	21	.700
	Se basa en la mediana	.188	1	21	.669
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.188	1	20.749	.669
	Se basa en la media recortada	.146	1	21	.706
ARTIC	Se basa en la media	.898	1	21	.354
	Se basa en la mediana	.582	1	21	.454
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.582	1	19.170	.455
	Se basa en la media recortada	.837	1	21	.371

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Diseño : GP

Es decir, a un nivel de significación del 0.0083% no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula para ninguna de las variables en cuestión, por lo que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Los resultados de las pruebas ANOVA fueron:

```

Response INT :
      Df  Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
group    1   2.0194   2.01940   3.1139 0.09217 .
Residuals 21 13.6189   0.64852
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response TONE :
      Df  Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
group    1   8.7084   8.7084   13.975 0.001213 **
Residuals 21 13.0864   0.6232
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```



```
Response RHY :
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
group    1  6.3823   6.3823   9.3417 0.005995 **
Residuals 21 14.3473   0.6832
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response INTON :
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
group    1  7.6401   7.6401  13.859 0.001258 **
Residuals 21 11.5764   0.5513
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response TEM :
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
group    1  0.0073  0.007276  0.0292 0.8659
Residuals 21  5.2310  0.249095

Response ARTIC :
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
group    1  7.4012   7.4012  17.172 0.0004606 ***
Residuals 21  9.0510   0.4310
```

Dado que la prueba multivariada resulta significativa, es posible utilizar un nivel de significancia de 5%, sin embargo, se decidió trabajar con un nivel más conservador del $\alpha = 5\%/6 = 0.0083\%$, al cual las pruebas del factor para las variables interpretación (P-valor=0.09217) y tempo (P-valor=0.8659) no son significativas, es decir, los promedios de calificaciones en esas variables no difieren significativamente entre grupos.

Para el resto de las variables medidas, como los valores P de las pruebas son menores que el nivel de significancia se rechaza H_0 y se decide por la alternativa, es decir, el método de instrucción tiene efecto en el desempeño de los niños en estas variables.