

## LA VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE LA DIFERENCIA DE PROMEDIOS EN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS MEDIANTE ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Validation of Hypotheses Regarding Differences in Average Academic Performance of University Students Using Didactic Strategy

Herrera Cárdenas, Félix Abraham Ph.D.

Universidad Mayor de San Andrés

aherrera.2111@gmail.com

La Paz-Bolivia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0547-5174>

81

### Resumen

En la presente investigación ubicada en el nivel causal o explicativo, se establece la prueba de hipótesis de la diferencia de promedios poblacionales, para verificar si la estrategia didáctica referida a la clase invertida permite establecer una diferencia sustancial en los promedios referidos a dos poblaciones conformadas por estudiantes del primer y segundo semestre de la Materia de Cálculo de la Carrera: Administración de Empresas de UMSA. En el primer semestre con la aplicación de la estrategia didáctica y en el segundo no, siendo este el grupo de control. El objetivo es verificar la prueba de hipótesis de la diferencia de promedios mediante los 5 pasos sucesivos que determinan la validez o no de la hipótesis con un nivel de confianza del 95%, este proceso está asociado previamente al cálculo de tamaño de muestra y la prueba de normalidad.

**Palabras claves:** Prueba de la diferencia de hipótesis, prueba de normalidad, error de tipo I, nivel de significación.

### Abstract

In this causal or explanatory research, a hypothesis test of the difference in population averages is established to verify whether the teaching strategy referred to as the flipped classroom allows for a substantial difference in the averages of two populations made up of first- and second-semester students in the Calculus

course of the Business Administration program at UMSA. The teaching strategy was applied in the first semester but not in the second, which served as the control group. The objective is to verify the hypothesis test of the difference in averages through 5 successive steps that determine the validity or invalidity of the hypothesis with a 95% confidence level. This process is associated with the prior calculation of sample size and the normality test.

**Keywords:** Hypothesis difference test, normality test, type I error, significance level.

## Introducción

La prueba de hipótesis para la diferencia de promedios poblacionales es un método basado en la estadística que permite determinar si se presenta una diferencia significativa al comparar los promedios de dos poblaciones independientes o también que estén relacionadas. Este tipo de prueba se basa en la toma de muestras representativas de cada población. Se utiliza ampliamente en investigaciones científicas educativas cuando se desea evaluar el efecto de una estrategia educativa referida al aprendizaje de los estudiantes comparada con otra estrategia.

Este tipo de prueba hipótesis debe verificarse, mediante métodos de investigación estadística y la comprobación significa tomar decisiones entre aceptar o rechazar la hipótesis.

Por ejemplo, en vez de preguntar, cuál es el valor medio o promedios de todas las casas de dos pisos de una ciudad grande, quizá se debe preguntar o decidir si el valor medio es o no es igual a algún valor específico. (Freund, Williams, y Perles, 1990).

Las investigaciones cuantitativas donde se pueden formular hipótesis son aquellas que corresponden al nivel correlacional y al nivel causal. En los niveles exploratorios y descriptivos por lo general no se proponen hipótesis. (Herrera Hurtado y Herrera Cárdenas, 2019).

Para la aplicación de las pruebas de hipótesis se considera si las varianzas poblacionales se conocen o no y si las muestras son independientes o relacionadas. Se aplican las distribuciones  $z$  y  $t$ , de acuerdo con el caso presentado. “En el vasto panorama de la investigación científica, la inferencia estadística y en particular la prueba de hipótesis ha sido la columna vertebral en la metodología de investigación durante décadas” (Fernandez, 2023).

Para verificar la hipótesis de la diferencia de promedios se ha tomado el caso de muestras relacionadas y probar la eficiencia y eficacia de la estrategia didáctica relacionada con el uso de la clase invertida y los resultados del aprovechamiento académico.

Las pruebas de hipótesis se realizan mediante procedimientos estadísticos

universalmente establecidos. “Una prueba de hipótesis es un procedimiento basado en la información contenida en una muestra que se utiliza para decidir entre dos hipótesis estadísticas sobre el valor de un parámetro poblacional”. (Walpole, Myers, Sharon, y Ye, 2012, p. 364).

Las hipótesis estadísticas son verificables mediante métodos propios de la ciencia estadística, que permite aceptar o rechazar una hipótesis que se plantea en una investigación. La Verificación o prueba estadística tiene cinco fases:

- 1 Planteamiento de la hipótesis de la diferencia de promedios
- 2 Nivel de significancia o establecimiento del error de tipo 1
- 3 Selección de la fórmula de prueba estadística
- 4 Gráfica de las regiones de aceptación y rechazo
- 5 Decisión de aceptar o rechazar la hipótesis

La investigación se manifiesta proponiendo la siguiente hipótesis: “La diferencia de los promedios poblacionales es cero para los dos grupos de estudiantes de la Asignatura de Cálculo, cuando el primer grupo se aplica la estrategia didáctica referida a la clase invertida y el segundo grupo no”.

### **Clase invertida**

La clase invertida es una estrategia didáctica innovadora que invierte el

modelo tradicional de enseñanza. Consiste en proporcionar los contenidos teóricos y prácticos de un tema antes de la clase donde se desarrollará el tema entregado. Esta estrategia permite que los estudiantes estudien los contenidos teóricos y prácticos antes de la clase y en el desarrollo posterior de la clase realicen actividades de discusión teórica y aplicación en la resolución de problemas con el acompañamiento del docente. Permite también realizar discusión y análisis del tema conocido con anterioridad. “La clase invertida es un enfoque en el que lo que tradicionalmente se hacía en clase se hace ahora en casa, y lo que tradicionalmente se hacía como tarea se hace ahora en clase”. (Bergmann y Sams, 2014, p. 16).

### **Materiales y método**

Se utilizó la prueba de hipótesis para la diferencia de promedios. “Cuando se desea comparar las medias de dos poblaciones independientes, se plantea una prueba de hipótesis para la diferencia de medias, utilizando la diferencia de los promedios muestrales como estadístico de prueba”. (Walpole, Myers, Sharon, y Ye, 2012, p. 428).

Para realizar la prueba de hipótesis se comparó los promedios de dos muestras pertenecientes a las poblaciones de los estudiantes del primer y segundo semestre de la gestión 2024 correspondiente a la Materia de Estadística I de la Carrera: Administración de Empresas de la UMSA. Se realizó la verificación de promedios al final de

actividades semestrales. El objetivo de la investigación consistió en desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje aplicando la estrategia de la clase invertida con los estudiantes del Primer semestre y posteriormente se desarrolló el proceso enseñanza-aprendizaje sin aplicar la estrategia de la clase invertida con los estudiantes del Segundo semestre. El propósito es determinar si los promedios poblacionales de las muestras de cada semestre son iguales o diferentes al nivel de significación del 5%, respecto de la estrategia del Proceso enseñanza-aprendizaje denominada clase invertida.

Para este propósito se utilizó dos muestras de estudiantes, una por semestre cuyo tamaño es:

La población de estudiantes del primer semestre de la gestión 2024: 112

La población de estudiantes del segundo semestre de la gestión 2024: 110

Error de estimación para ambos casos: 10%; Probabilidad z: 90%

Proporción p y q , 50% para cada caso.

Utilizando la fórmula, tomada de (Herrera y Herrera, 2024, p. 24).

$$n = \frac{Nz^2\hat{p}\hat{q}}{E^2(N-1) + z^2\hat{p}\hat{q}}$$

$$n_1 = 42, 40697=42 \quad y \quad n_2 = 42, 12128=42$$

Se utilizó para cada población muestras iguales de 42 estudiantes. Luego de la verificación de los puntajes finales obtenidos por los estudiantes correspondientes al primer y segundo semestre y con el tamaño de la muestra de 42 para ambos casos , se tiene la siguiente base de datos:

**Tabla 1**  
*Base de datos*

| N° | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| S1 | 72 | 65 | 77 | 68 | 89 | 35 | 67 | 66 | 76 | 85 | 96 | 56 | 76 | 58 | 69 | 78 | 52 | 77 |
| S2 | 56 | 61 | 63 | 45 | 79 | 75 | 68 | 77 | 45 | 39 | 66 | 59 | 78 | 89 | 77 | 60 | 78 | 45 |
| N° | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| S1 | 52 | 60 | 77 | 78 | 88 | 64 | 65 | 78 | 67 | 69 | 78 | 77 | 51 | 54 | 67 | 80 | 87 | 90 |
| S2 | 65 | 77 | 65 | 72 | 45 | 69 | 70 | 72 | 56 | 78 | 45 | 87 | 65 | 73 | 66 | 74 | 54 | 56 |
| N° | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| S1 | 60 | 40 | 67 | 73 | 66 | 80 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| S2 | 60 | 70 | 73 | 45 | 53 | 59 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

### Prueba de normalidad

Se utiliza para determinar si los datos presentan una distribución denominada Normal o bien No Normal, se realiza mediante la siguiente Verificación de hipótesis: Con Alfa = 0,05  $H_0$ : Los datos tienen una distribución normal;  $H_1$ : los datos no tiene una distribución Normal.

Decisión: Si  $p$  (Sig. significancia) es  $< 0,05$  no se acepta  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . Si  $p$  (significancia) es  $> 0,05$  se acepta la  $H_0$  y no se acepta o bien se rechaza la  $H_1$ .

Se utilizó el software aplicativo SPSS y el indicador de Shapiro porque los datos son  $\leq 50$ .

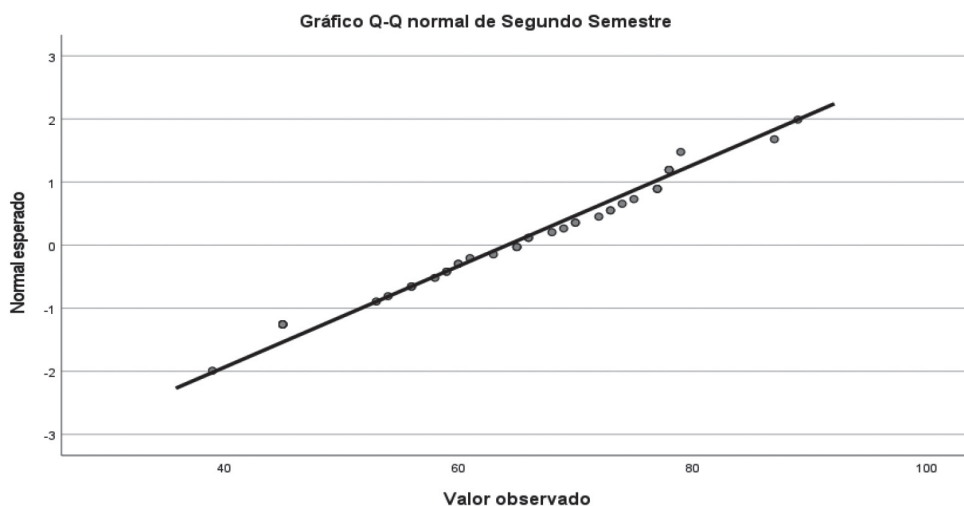
**Tabla 2**  
*Prueba de normalidad*

|                                                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |                    |                | Shapiro-Wilk |                    |                 |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------|--------------|--------------------|-----------------|
|                                                   | Valor                           | Grados de libertad | Significancia. | Valor        | Grados de libertad | Significancia . |
| Segundo Semestre                                  | 0,105                           | 42                 | 0,200*         | 0,966        | 42                 | 0,234           |
| *. Límite inferior de la significación verdadera. |                                 |                    |                |              |                    |                 |
| a. Corrección de significación de Lilliefors      |                                 |                    |                |              |                    |                 |

Como se observa que  $p = 0,234$  y es mayor a 0,05, por tanto la distribución es normal para los datos del semestre 2.

**Figura 1**

*Relación entre valores observados y el ajuste normal esperado. Semestre 2*



**Tabla 3**  
Prueba de normalidad

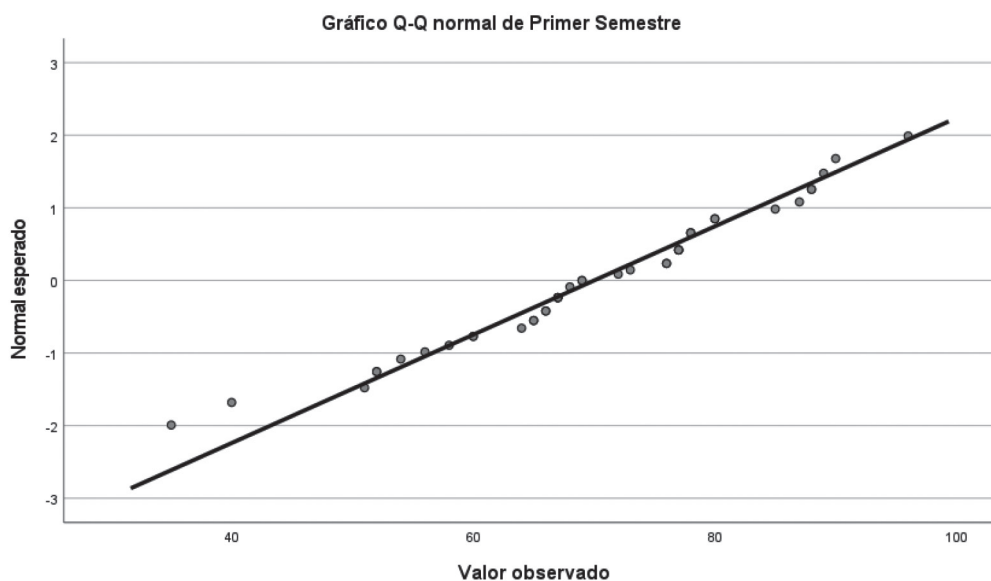
|                                                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |                    |                | Shapiro-Wilk |                    |                |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------|--------------|--------------------|----------------|
|                                                   | Valor                           | Grados de libertad | Significancia. | Valor        | Grados de libertad | Significancia. |
| Primer Semestre                                   | 0,101                           | 42                 | 0,200*         | 0,974        | 42                 | 0,459          |
| *. Límite inferior de la significación verdadera. |                                 |                    |                |              |                    |                |
| a. Corrección de significación de Lilliefors      |                                 |                    |                |              |                    |                |

Como se observa que  $p = 0,459$  y es mayor a  $0,05$ , por tanto, la distribución es normal para los datos del semestre 1.

86

**Figura 2**

*Relación entre valores observados y el ajuste a normal esperado: Semestre 1*



Se concluye que ambas poblaciones tienen distribución normal y se puede aplicar el proceso de validación de hipótesis.

### Planteamiento de la hipótesis

Se tienen los siguientes planteamientos de hipótesis

**Tabla 4***Planteamiento de la hipótesis*

| Unilateral izquierda | Unilateral derecha | Bilateral |
|----------------------|--------------------|-----------|
|                      |                    |           |

Nota. (Herrera y Herrera, 2024, p. 53)

**Hipótesis nula ( $H_0$ )**

Se designa por  $H_0$  y es aquella que debe considerar el rechazo o la aceptación. Se denomina también hipótesis de ninguna diferencia y señala la igualdad entre los dos promedios poblacionales. Si la información de la muestra está en concordancia con la hipótesis nula, se concluye que hipótesis es verdadera y se acepta ( $H_0$ ); al contrario, si la muestra es inconsistente con ( $H_0$ ), se concluye que esta es falsa y se procede a rechazar la hipótesis nula planteada. De esta manera: Las dos conclusiones posibles de un análisis con respecto a la prueba de hipótesis de la diferencia de promedios poblacionales son referidas a rechazar  $H_0$  o aceptar  $H_0$ .

**Hipótesis alterna ( $H_1$ )**

La hipótesis alterna que se designa por  $H_1$ , en un enunciado contrario a la hipótesis nula, se toma la decisión de aceptar la  $H_1$  caso de rechazar la  $H_0$  y viceversa.

Para el problema investigado se utilizó el planteamiento Bilateral, que significa en el caso de la hipótesis nula que el promedio del semestre 1 es igual

promedio del semestre 2 y por otra parte la hipótesis alterna que indica que los promedios poblacionales son diferentes.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

**Nivel de significación o error I ( $\alpha$ )**

El error de tipo 1, se simboliza por  $\alpha$  (Alpha) y determina el valor de probabilidad de rechazar una hipótesis nula cuando ésta es verdadera, De esta manera el valor de probabilidad de  $\alpha$ , debe ser lo suficientemente pequeño para evitar el problema de un error que siempre de manera razonable existe en la verificación de hipótesis. “Dentro del proceso de pruebas de hipótesis se consideran los tipos de hipótesis y los métodos diferentes a utilizar para determinar si una hipótesis es rechazada o no hay suficiente argumento para aceptarla. En todos estos procesos se considera el **nivel de significancia** (muchas veces representado por la letra griega Alpha ) como un valor entre 1%,5% o 10%” (Hurtado, 2023, p. 1).

La probabilidad de  $\alpha$ , se encuentra entre :  $1\% \leq \alpha \leq 10\%$ . La elección de  $\alpha$  (alfa) depende del investigador y por lo general es de 5%. Cuando se acepta la  $H_0$  no significa de manera concluyente que la hipótesis nula sea verdadera y que la alternativa sea totalmente falsa, porque existe la probabilidad de cometer una equivocación. Este análisis conduce a establecer dos tipos de errores:

1. Eventualidad de cometer el error de Tipo I: Se designa por Alpha ( $\alpha$ ). y significa rechazar una  $H_0$  cuando en realidad es verdadera.
2. Eventualidad de cometer el error de Tipo II: se designa por (Beta)  $\beta$  y significa aceptar una hipótesis nula cuando ésta es falsa.

Para el problema investigado se utilizó el error de tipo I:  $\alpha = 5\%$

Para el caso del 5% se tiene el valor de la inversa de la distribución  $z$ , aplicando . El valor es:

$$0,5 = 0,975. \text{ El valor es: } z_1 = \pm 1,95996$$

**Paso 3:** Selección del estadístico de prueba.

Se presentan varios casos que dependen de los datos que se utilizan en la prueba de hipótesis. En el caso estudiado se consideran muestras grandes porque son mayores a 30 datos y poblaciones finitas

Estadísticos de prueba para la diferencia con poblaciones normales y finitas.



**Tabla 5**  
*Estadísticos de prueba*

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Población Normal; $\sigma$ Conocidas<br>Muestras Grandes o pequeñas. No se conocen $N_1, N_2$<br><br>Poblaciones no Finitas | $z_2 = \frac{(\underline{x}_1 - \underline{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$                                                                                   |
| Población Normal; $\sigma$ Conocidas<br>Muestras Grandes o pequeñas. Se conocen $N_1, N_2$<br><br>Poblaciones Finitas       | $z_2 = \frac{(\underline{x}_1 - \underline{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} \left( \frac{N_1 - n_1}{N_1 - 1} \right) + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \left( \frac{N_2 - n_2}{N_2 - 1} \right)}}$ |
| Población Normal; $\sigma$ Desconocidas;<br>s conocidas; Muestras Grandes.<br>Poblaciones No finitas                        | $z_2 = \frac{(\underline{x}_1 - \underline{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$                                                                                             |
| Población Normal; $\sigma$ Desconocidas;<br>s conocidas; Muestras Grandes.<br>Poblaciones finitas                           | $z_2 = \frac{(\underline{x}_1 - \underline{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} \left( \frac{N_1 - n_1}{N_1 - 1} \right) + \frac{s_2^2}{n_2} \left( \frac{N_2 - n_2}{N_2 - 1} \right)}}$           |
| Conociendo que:    por tanto:<br><br>$\mu_1 = \mu_2 \text{ por tanto: } \mu_1 - \mu_2 = 0$                                  |                                                                                                                                                                                                                |

Nota. (Herrera y Herrera, 2024, p. 54)

|                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $z_2 = \frac{(\underline{x}_1 - \underline{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} \left( \frac{N_1 - n_1}{N_1 - 1} \right) + \frac{s_2^2}{n_2} \left( \frac{N_2 - n_2}{N_2 - 1} \right)}}$ | $z_2 = \frac{(\underline{x}_1 - \underline{x}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} \left( \frac{N_1 - n_1}{N_1 - 1} \right) + \frac{s_2^2}{n_2} \left( \frac{N_2 - n_2}{N_2 - 1} \right)}}$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Nota. (Herrera y Herrera, 2024, p. 54)

**Tabla 6**  
*Estadísticos descriptivos*

| Estadísticos     |         |                  |         |
|------------------|---------|------------------|---------|
| Primer Semestre  |         | Segundo Semestre |         |
| Media            | 70      | Media            | 64,17   |
| Mediana          | 69      | Mediana          | 65,00   |
| Moda             | 67      | Moda             | 45      |
| Desv. Desviación | 13,400  | Desv. Desviación | 12,470  |
| Varianza         | 179.561 | Varianza         | 155,508 |
| Rango            | 61      | Rango            | 50      |
| Mínimo           | 35      | Mínimo           | 39      |
| Máximo           | 96      | Máximo           | 89      |
| Muestra 1        | 42      | Muestra 2        | 42      |
| Población 1      | 112     | Población 2      | 110     |

Nota. SPSS

Sustituyendo los datos:  $z_2 = 2,60569955$

**Paso 4:** Regiones de aceptación y **rechazo:** Se utilizan el caso de dos colas:

**Tabla 7**  
*Regiones de aceptación y rechazo*

| Dos colas                                                               |                         |       |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------|
|                                                                         |                         |       |
| $H_0: \mu_1 = \mu_2$                                                    | $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ |       |
| Z. R                                                                    | Z. A.                   | Z. R. |
| $z_2 = 2,60569955 \quad z_1 \quad z_2 = 2,60569955 \quad z_1 = 1,95996$ |                         |       |

**Paso 5:** Decisión. El valor de  $z_2$  se encuentra dentro de la zona de aceptación, por tanto se acepta la  $H_0$ , es decir que los promedios poblacionales son iguales en las dos poblaciones.

## Resultados

Sobre estos datos se verificó la siguiente hipótesis: “La diferencia de los promedios poblacionales es cero para los dos grupos de estudiantes de la Asignatura de Cálculo, cuando el primer grupo se aplica la estrategia didáctica referida a la clase invertida y el segundo grupo no”, que fue sometida a la prueba de hipótesis de cinco pasos se concluye que el efecto de la aplicación de la estrategia didáctica referida a la clase invertida no tiene efecto alguno en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este resultado implica que la estrategia mencionada debería tener algunos otros elementos didácticos para asegurar que una diferencia no nula con respecto a los promedios poblacionales

de los estudiantes utilizadas para esta investigación.

## Discusión

La validez de la prueba de hipótesis puede ser diferente con otros niveles de significación diferentes al 5%, por otra parte, es necesario considerar que para poblaciones más pequeñas es necesario considerar si las varianzas poblacionales son iguales o diferentes mediante la prueba F o la prueba Welch.

## Conclusiones

La prueba de hipótesis demuestra que la estrategia didáctica referida a la clase invertida no proporciona suficientes indicios que pueda mostrar modificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje y por tanto es fundamental incluir otras estrategias complementarias que puedan permitir una apreciación suficiente para concluir que existe diferencia entre los promedios de ambas poblaciones.

## Referencias

- Bergmann, J., y Sams, A. (2014). *Dale vuelta a tu clase*. Madrid: Biblioteca Innovación Educativa.
- Fernandez, A. M. (2023). PROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS: UN ENFOQUE ESTADÍSTICO. *Revista Científica Business Insights*, 6(7), 68-80. doi:<https://doi.org/10.56469/rcbi.v6i7.1109>
- Freund, J. E., Williams, F. J., y Perles, B. M. (1990). *Estadística para la administración*. México D.F., México: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA S.A.
- Herrera Cárdenas, A. (2013). *Estadística II* (Cuarta ed.). La Paz, Bolivia: ARTE STS.
- Herrera H, T., y Herrera C, A. (2019). *Estadística para la Investigación* (Primera ed.). La Paz, Bolivia: ARTE STS.
- Herrera Hurtado, T., y Herrera Cárdenas, A. (2019). *Estadística para la Investigación* (Primera ed.). La Paz, Bolivia: ARTE STS.



- Herrera, A., Herrera, J., y Tatiana, H. (2021). *Métodos cuantitativos de Investigación Estadística I* (Primera ed.). La paz, Bolivia: ARTE STS.
- Herrera, J. A., y Herrera, F. A. (2024). *Métodos Cuantitativos de Investigación Estadística II* (Primera ed.). La Paz, Bolivia: ARTE STS.
- Hurtado, M. A. (25 de enero de 2023). ¿Debería ser tan pequeño el nivel de significancia en una prueba de hipótesis? *Torreon Universitario*, 12(33), s/p. doi:<https://doi.org/10.5377/rtu.v12i33.15886>
- Walpole, R., Myers, R., Sharon, M., y Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para Ingeniería y ciencias*. México: PERASON EDUCACIÓN.