

La Prueba de los Signos para una misma muestra pequeña

The Test of the Signs for the same small sample

Arabel Moraguez Iglesias¹, Roberto Johan Sierra Pérez², Mabel del Pilar Espinosa Torres³

¹ Universidad de Holguín, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0008-8820-1654>. Email: arabel@facing.uho.edu.cu

² Universidad de Holguín, **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-8454-5932>. Email: robertos@facing.uho.edu.cu

³ Universidad de Holguín, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1877-5026>. Email: mabele@facing.uho.edu.cu

DOI: <https://doi.org/10.61236/ciya.v10i1.1231>

Recibido: 4 de septiembre de 2025 • Revisión aceptada: 12 de noviembre de 2025

Resumen

El problema investigado surge a partir de la identificación de deficiencias persistentes en tesis doctorales, maestrías y trabajos de diploma relacionados con la validación de hipótesis. El objetivo de este trabajo estuvo determinado en mostrar cómo validar una hipótesis mediante el empleo de la prueba estadística no paramétrica: Prueba de los Signos para una muestra pequeña, la cual permite determinar, con un determinado nivel de confianza, si los resultados de: una nueva metodología, estrategia, tecnología, tratamiento, entre otros, aplicados a una misma muestra: grupo de personas, objetos o procesos fueron superiores a un estado inicial con respecto a la muestra tomada como objeto de estudio. Se tomó como referente la tesis doctoral de Espinosa (2012) en la cual se comparó el Desempeño Laboral de la muestra intencional tomada de Técnicos Medios en Mecánica Industrial antes (febrero de 2011) y después de aplicada la Metodología propuesta, lo que posibilitó validar, con un mayor grado de confianza, la investigación objeto de estudio.

Palabras Clave: estadística, hipótesis, signos, prueba de hipótesis, prueba de los signos.

Abstract

The problem investigated arose from the identification of persistent deficiencies in doctoral theses, master's degrees and diploma theses related to hypothesis validation. The objective of this work was determined to show how to validate a hypothesis by using the non-parametric statistical test: Sign Test for a small sample, which allows to determine, with a certain level of confidence, if the results of: a new methodology, strategy, technology, treatment, among others, applied to the same sample: group of people, objects or processes were superior to an initial state with respect to the sample taken as the object of study. The doctoral thesis by Espinosa (2012) was taken as a reference, in which the Work Performance of the intentional sample taken from Middle Technicians in Industrial Mechanics was compared before (February 2011) and after applying the proposed Methodology, which made it possible to validate, with a greater degree of confidence, the research object of study.

Key word: statistics, hypothesis, signs, hypothesis testing, sign testing.

1. INTRODUCCIÓN

En una sistematización realizada relacionadas con las tesis de maestrías, doctorales y de grado, los autores de este trabajo pudieron constatar la poca utilización de la estadística descriptiva en lo que respecta a la aplicación de las distintas pruebas de hipótesis para validar dichas tesis, donde, en la mayoría de los casos, se limitan al empleo de la estadística descriptiva mediante el empleo de gráficos: histogramas, polígonos de frecuencia, gráficos de pastel, entre otros con sus correspondientes tablas.

Otras tesis se apoyan mucho, dentro de la estadística paramétrica descriptiva en el cálculo de medidas numéricas, tales como: medias, desviaciones estándar y coeficientes de correlación, entre otras; pero en su gran mayoría no emplean las potencialidades que les brinda la estadística inferencial para la toma de decisiones.

De aquí que se consideró conveniente escribir una serie de artículos los cuales versan acerca de la utilización de las pruebas de hipótesis, en especial no paramétricas, del cual este trabajo forma parte.

En analogía con Siegel [1], Montgomery [2], Devore [3], entre otros, los autores de este trabajo consideran la gran importancia que tiene el empleo de la Estadística en la investigación científica, debido a que en su gran mayoría éstas requieren de algún tipo de análisis estadístico que posibilite evaluar sus resultados.

Al decir de Devore [3]:

“Los conceptos y métodos estadísticos no son sólo útiles, sino que con frecuencia son indispensables para entender el mundo que nos rodea. Proporcionan formas de obtener ideas nuevas del comportamiento de muchos fenómenos que se presentarán en su campo de especialización escogido en ingeniería o ciencia” [p. 1].

A través de ella se pueden estimar parámetros a partir de datos muestrales; sin embargo, con frecuencia, el objetivo de una investigación no es estimar un parámetro, sino determinar cuál de dos hipótesis contradictorias acerca de un determinado parámetro es la correcta. Los métodos para lograr esto comprenden la parte de la inferencia estadística que recibe el nombre de pruebas de hipótesis [2], [3], [4], [5].

Al igual que Montgomery and Runge [2], se considera que:

La estadística inferencial es el proceso de uso de los resultados derivados de las muestras para obtener conclusiones acerca de las características de una población. La estadística inferencial nos permite estimar características desconocidas como la medida de la población o la proporción de la población [p. 238].

Este material muestra cómo aplicar consecuentemente las pruebas de hipótesis no paramétrica, en especial la Prueba de los Signos

para una misma muestra pequeña, en una tesis doctoral, tomando como referente la tesis doctoral de Espinosa [6].

2. METODOLOGÍA

Se comparte el criterio de Devore [3] que: “una hipótesis estadística o hipótesis es una expresión acerca del valor de una sola característica de población o acerca de los valores de varias características de población”; que por ejemplo, en el ámbito educacional, podría estar dada por la asunción de que los resultados de un grupo experimental, luego de aplicada determinada metodología de aprendizaje, resultaron superiores a otros grupos (grupo de control) que recibieron la enseñanza de forma tradicional.

Si, por ejemplo, si se está investigando en la línea de desarrollo empresarial, esto podría estar dado por demostrar que el estado actual financiero de una empresa, luego de aplicada determinada estrategia de marketing, o de nueva tecnología de la producción, es superior a un estado financiero de ésta en años anteriores.

Resulta importante acotar que las pruebas de hipótesis se pueden establecer cuando las variables son numéricas o están en escalas de intervalo o razón y reciben, en este caso, el nombre de hipótesis paramétricas; por el contrario, si las variables a analizar no están en las escalas anteriores; es decir, si están en escalas dicotómicas

y ordinales, entonces las hipótesis a desarrollar son del tipo no paramétricas o también llamada de distribución libre, constituyendo ésta el objeto de estudio de este trabajo.

1.1. Pasos a seguir para aplicar una prueba de hipótesis

Los autores de este trabajo consideraron al igual que Montgomery & Runge [2] emplear los siguientes pasos para aplicar una prueba de hipótesis:

- 1) Por el contexto del problema, identificar el parámetro de interés.
- 2) Establecer la hipótesis nula, H_0 .
- 3) Establecer la hipótesis alternativa apropiada, H_1 .
- 4) Elegir un nivel de significación α .
- 5) Establecer un estadístico de prueba apropiado.
- 6) Establecer la región de rechazo del estadístico.
- 7) Calcular las cantidades muestrales necesarias, sustituirlas en la ecuación del estadístico de la prueba y calcular ese valor.
- 8) Nivel de decisión. Decidir si deberá rechazarse o no, H_0 y contextualizar la decisión en el problema. [2, p. 307]

Se analizará en detalle cada uno de los pasos a seguir para la aplicación de una prueba de hipótesis estadística.

1.2. La Prueba de los Signos

1) Por el contexto del problema, identificar el parámetro de interés

¿En qué consiste la Prueba de Hipótesis: ¿Prueba de los Signos para muestras pequeñas?

Es decir, establecer cuáles son los parámetros que serán objeto de evaluación y análisis estadístico a considerar.

Es una prueba no paramétrica o de distribución libre y es una consecuencia de la Prueba Binomial, y puede ser aplicada para cualquiera sea el tamaño de la muestra, preferiblemente para muestras pequeñas [1], [4], [7], [8].

Se considera una muestra pequeña aquella que tiene hasta 30 elementos [2], [3], [4], [9].

La condición que define esta prueba es que las variables estén en escalas ordinales o en dicotómica (encendido-apagado; blanco-negro; positivo-negativo, entre otras).

2) Establecer la hipótesis nula, H_0

La hipótesis nula siempre niega a la hipótesis alternativa que es casi siempre la que el investigador quiere demostrar.

Según Montgomery [2] Esta hipótesis se establece al considerar una igualdad establecida entre los criterios obtenidos entre ambos grupos comparados: puede ser mediante la igualdad de promedios, medianas, entre otros.

Esta hipótesis se denota como H_0 e indica que las medianas entre ambos grupos son iguales $x_{med1} = x_{med2}$ o también que los promedios entre ambos grupos son iguales $\mu_1 = \mu_2$.

3) Establecer la hipótesis alternativa apropiada, H_1

Por lo general, la hipótesis alternativa se establece para demostrar lo que el investigador pretende demostrar en su tesis y siempre contradice a la hipótesis de nulidad o está en contraposición a ésta.

Por ejemplo, el investigador quiere demostrar que los resultados posteriores a la aplicación de una propuesta, metodología, estrategia, tecnología, entre otras, fueron superiores a los resultados obtenidos antes de ser aplicada la propuesta; entonces se considera como hipótesis nula que los resultados entre ambos estados fueron similares.

Así que por ejemplo si se quiere demostrar que los resultados de la aplicación de una nueva tecnología o estrategia metodológica fueron superiores al estado inicial antes de aplicada la misma se establece:

H_0 : Los resultados obtenidos luego de aplicada la nueva propuesta fueron similares al estado inicial o al diagnóstico inicial antes de aplicada la misma (Hipótesis de nulidad): $\mu_2 = \mu_1$.

H_1 o H_a : Los resultados, luego de aplicada la nueva propuesta fueron superiores al estado inicial o al diagnóstico inicial antes de aplicada la

misma (Hipótesis alternativa): $\mu_2 > \mu_1$. Se trabaja con la cola de la derecha.

H_1 o H_a : Los resultados, luego de aplicada la nueva propuesta fueron inferiores al estado inicial o al diagnóstico inicial antes de aplicada la misma (Hipótesis alternativa): $\mu_2 < \mu_1$. Se trabaja con la cola de la izquierda.

H_1 o H_a : Los resultados, luego de aplicada la nueva propuesta fueron distintos al estado inicial o al diagnóstico inicial antes de aplicada la misma (Hipótesis alternativa): $\mu_2 \neq \mu_1$. Se trabaja con ambas colas.

4) Seleccionar o establecer el grado de significación α o nivel de confianza a asumir

El grado de significación estadística o como algunos autores les llama también nivel de significancia, entre otros, no es más que considerar la probabilidad de cometer un error: cuando se niega una hipótesis cierta, y se dice que se comete un error del Tipo I o Alfa (α); por el contrario, si se acepta una hipótesis falsa, entonces se incurre en un error del Tipo II o Beta (β) [2].

En la estadística inferencial se trabaja preferiblemente las pruebas de hipótesis asumiendo cometer un error del Tipo I, es por ello que el grado de significación Alfa se da en términos probabilísticos en: 0,05 (cuando se trabaja con el 95 % de confianza) o 0,01 (cuando se trabaja con

un 99 % de confianza), lo que no impide que se puedan trabajar con otros.

En la figura 1 [10] se representan las dos zonas de probabilidades en que se trabajan las dos hipótesis: no perder de vista que el área de probabilidad asignada a la hipótesis de nulidad es mucho mayor (puede ser una probabilidad igual a 0,95).

Sin embargo, la probabilidad **Alfa (α)**, que se le asigna a la zona de rechazo y la que corresponde a la hipótesis alternativa (lo que se desea demostrar), es mucho menor (zona extrema derecha e izquierda de las colas).

- Si la hipótesis alternativa no establece una dirección, en este caso, cuando los valores o criterios entre ambos grupos difieren: se trabaja con dos colas (Figura1).

Al trabajar con dos colas el valor de alfa asumido se debe dividir por 2 para asignarle a cada cola el valor de $\frac{\alpha}{2}$.

- Cuando en la hipótesis alternativa se establece una dirección:
 - a) Se considera que los resultados de una muestra fueron superiores al estado inicial de la misma; o que los resultados de un grupo experimento fueron superiores a los del grupo de control: en ambos casos se trabaja con la cola de la derecha.

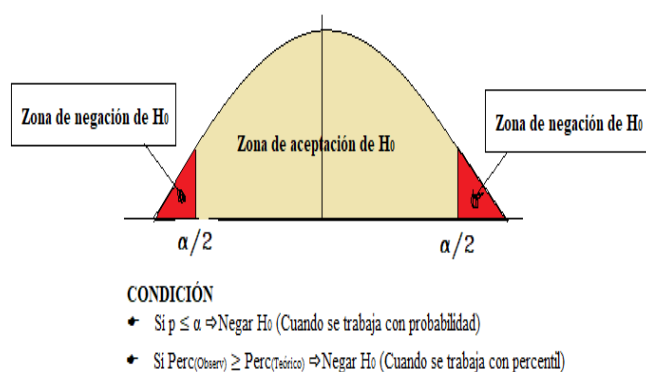


Figura 1. Representación gráfica de dos colas.

- b) Se considera que los resultados de una muestra fueron inferiores al estado inicial de la misma; o que los resultados de un grupo experimento fueron inferiores a los del grupo de control: en ambos casos se trabaja con la cola de la izquierda. En los dos casos anteriores no hay que dividir el valor de Alfa.

5) Establecer un estadístico de prueba apropiado

Cuando las variables están en escalas ordinales lo que se hace es convertirlas en dicotómica para establecer las diferencias entre el estado: Después (Post Test) menos el estado Antes (Pre Test) y establecer que:

- Si esta diferencia es positiva transformar la variable en “+”;
- si la diferencia es negativa transformarla en (-);

- y si es 0 descontarlas del tamaño inicial de la muestra.

Por lo que en el análisis sólo interesa el estado: la cantidad menor que cambiaron de signo.

Resulta importante acotar que es conveniente codificar las variables que están en escala ordinal de manera que posibilite establecer adecuadamente las diferencias entre cada una de ellas al comparar el estado antes con el estado después.

Por ejemplo, si el investigador establece cuatro categorías tales como: Muy adecuado, adecuado, poco adecuado e inadecuado; entonces se les hace corresponder a cada una con un número o código de manera que al mayor le corresponda el mayor número que en este caso puede ser el número 4 y así al resto, quedando la codificación como: Muy adecuado (4), adecuado (3), poco adecuado (2) e inadecuado (1).

En caso de trabajar con las categorías de Excelente, Muy bien, Bien, Regular, y Mal, se le asocia los números (5), (4), (3), (2) y (1) y así en dependencias de las categorías se hayan decidido tengan las variables objeto de estudio.

No importa la cantidad de categorías establecidas, pueden ser las anteriores citadas o trabajar con un número mayor de éstas como pudieran ser 7 categorías: lo importante siempre es codificarlas o hacerles corresponder un número.

En esta prueba lo que importa son los cambios que pueden haber ocurrido durante un proceso de

cualquier tipo: productivo o de enseñanza, por citar dos de ellos y se establece para una misma muestra comparando el estado final (Post-Test) con el estado inicial (Pre-Test); otros autores [2], [7], [11], [12], [13], [14] los llaman (post-experimento y pre-experimento), ya que son pruebas cuasi experimentales o también cuando se comparan los resultados de un grupo experimento con un grupo de control (siempre y cuando haya homogeneidad entre ambos grupos) a los cuales se les aplican mismo instrumento.

Aquí no interesa los elementos que no hayan cambiado, por consiguiente, éstos son eliminados de la muestra inicial.

Se emplea mucho en la estadística no paramétrica fundamentalmente en las investigaciones sociales y educacionales, lo que no quiere decir que pueda ser empleada también en la producción y los servicios.

6) Establecer la región de rechazo del estadístico

La condición de rechazo se muestra en la ecuación 1, queda establecida en función al tipo de prueba que se aplica, por ejemplo, en el caso que concierne se establece la siguiente:

$$\text{Sí } r_{(-)} \leq r_{\text{Tabla}(nr; \alpha) \Rightarrow \\ \text{Negar } H_0 \text{ y aceptar } H_1 \quad 1)$$

Donde:

$r_{(-)}$: Cantidad de elementos que cambiaron negativamente.

$r_{\text{Tabla}}(nr; \alpha)$: número límites de elementos que pueden cambiar negativamente en función del número real de elementos que cambiaron (nr), —recordar que aquí se excluyen del total de la muestra la cantidad de elementos que no cambiaron de signo—, en función del valor alfa asumido. Estos valores se pueden apreciar en el anexo 1 de este trabajo.

Ello indica que si la cantidad de elementos que cambian negativamente $r_{(-)}$ es un valor menor o igual al de la tabla para un tamaño de la muestra nr , y un valor Alfa asumido, esto implica que cae en la zona de rechazo de H_0 y por tanto se debe de aceptar H_1 .

7) Calcular las cantidades muestrales necesarias, sustituirlas en la ecuación del estadístico de la prueba y calcular ese valor

Se aplica la Prueba de los Signos para muestras pequeñas (menor de 30 elementos).

Para aplicar esta prueba resulta necesario contabilizar la cantidad de elementos que cambiaron negativamente, positivamente y los que no cambian. Los elementos que no cambian se

excluyen de la muestra inicial y se obtiene la muestra real (nr).

Al comparar la variable en antes y después resultó necesaria establecer una codificación para poder comparar numéricamente ambos estados, es por ello que se elaboró una tabla para contabilizar los datos codificados que posibilite dicha comparación.

8) Nivel de decisión

Decidir si deberá rechazarse o no, H_0 y contextualizar la decisión en el problema.

Por ejemplo, si se hubiera obtenido que la cantidad de elementos que cambiaron negativamente fue de 5 personas, al comparar un estado antes con otro después y la muestra fue de 30 estudiantes, de ellos no cambiaron de signo 5, lo que indica que la cantidad real de la muestra $nr = 30 - 5 = 25$.

Se considera trabajar con un valor Alfa de 0,05 (95% de confianza).

En la tabla del anexo 1 se puede observar que para $nr = 25$ y $\alpha = 0,05$, la cantidad máxima de elementos que no deben cambiar negativamente es de 7; luego como la condición es que:

$$\begin{aligned} \text{Sí } r_{(-)} \leq r_{\text{Tabla}(nr; \alpha)} &\Rightarrow \\ \text{Negar } H_0 \text{ y aceptar } H_1 & \quad 1) \end{aligned}$$

En este caso $r_{(-)} = 5$ y $r_{\text{Tabla}(25; 0,05)} = 7 \Rightarrow$ *que se cumple la condición de la fórmula 1)*

Por tanto, se puede presuponer, con un 95% de confianza que los resultados luego de aplicada la propuesta fueron superiores al estado inicial en que se encontraban los estudiantes

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Espinosa [6] en su tesis propuso una metodología para el Adiestramiento Laboral del Técnico Medio en Mecánica Industrial, sustentada en un método de profundización y consolidación del contenido de la profesión y que tomó en consideración la relación entre la movilidad laboral por puestos de trabajo y la transferencia de los contenidos asociados al contexto laboral; lo cual contribuyó a mejorar el desempeño laboral de los estudiantes en correspondencia con las exigencias que establece el encargo social para dichos especialistas y para ello tomó como muestra intencional a los 15 estudiantes a los que ella les impartía clases.

Se estableció una metodología basada en adiestramiento laboral sustentada en un conjunto de dimensiones e indicadores que fueron operacionalizados y que permitieron evaluar el grado de adquisición del conocimiento 3 categorías: Muy Relevante, Relevante y Poco Relevante.

Se aplicaron distintos instrumentos que posibilitaron obtener información relacionadas con el objeto de estudio aplicada en dos momentos: al

inicio del curso 2010-2011 y una segunda evaluación en el curso 2012, de la cual fueron compilados los datos y obtenidos los resultados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Identificar los parámetros de interés

Se debe tener en cuenta el tipo de escala a que obedecen estos parámetros y con ello determinar el tipo de prueba de hipótesis a aplicar. Por ejemplo, en la tesis doctoral de Espinosa [6] se deseó comparar el Desempeño Laboral de la muestra de Técnicos Medios en Mecánica Industrial antes (febrero de 2011) y después de aplicada la Metodología propuesta por la investigadora (febrero de 2012), de lo cual se obtuvo la tabla 1.

Se codificaron las categorías en: Muy favorable (3); Favorable (2); Poco Favorable (1); Desfavorable (0).

Se establece la diferencia restando los resultados del estado después menos los resultados del estado antes y se obtiene el signo de acuerdo a:

- Sí $[\text{número después}] - [\text{número antes}] > 0$; se asigna el signo más (+) al elemento considerado.
- Sí $[\text{número después}] - [\text{número antes}] < 0$; se asigna el signo menos (-) al elemento considerado.

- Sí $[\text{número después}] - [\text{número antes}] = 0$, se descuenta de la cantidad de elementos de la muestra.

2) Se plantea la Hipótesis alternativa

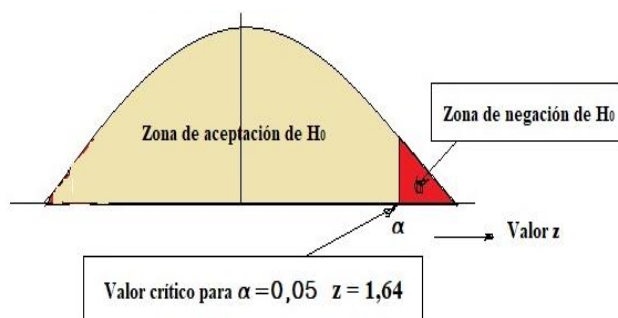
H₁: Hipótesis alternativa: Los resultados después de aplicada la propuesta son superiores al estado inicial.

3) Se plantea la Hipótesis de nulidad

H₀: Hipótesis de nulidad: Los resultados después de aplicada la propuesta fueron similares al estado inicial (igualdad de medias o medianas).

4) Se decide el grado de significación Alfa a trabajar

Se establece el grado de significación (Alfa) $\alpha = 0.05$, para una cola ya, que se establece la dirección de la Hipótesis alternativa (los resultados posteriores son superiores a los iniciales).



CONDICIÓN

- Si $p \leq \alpha \Rightarrow$ Negar H_0 (Cuando se trabaja con probabilidad)
- Si $z(\text{calculado}) \geq z(\alpha) \Rightarrow$ Negar H_0 (Cuando se trabaja con percentil)

Figura 2. Representación gráfica de curva normal cuando se trabaja con la cola derecha. Fuente: Moraguez [7]

Figura 2. Representación gráfica de la cola derecha para la curva de distribución normal.

En la figura 2 se puede apreciar la curva normal cuando la cola está a la derecha y sus condiciones.

5) Establecer un estadístico de prueba necesaria

Es importante observar en la Tabla 1 como se compilaron los datos en Antes y Después, según en las categorías: Muy Favorable, Favorable, Poco Favorable y Desfavorable (que están en escala ordinal) para luego compararlas, una vez codificada y establecido el Signo de la diferencia entre ambos estados. Es por ello que se decide aplicar la Prueba de los Signos o La Prueba del Signo como otros autores también le llaman, para muestras pequeñas, a causa de que la cantidad de elementos a considerar es igual o menor de 30.

Tabla 1: El desempeño laboral.

No	Antes		Después		Signo
		Cod		Cod	
1	Favorable (F)	2	Muy Favorable (MF)	3	+
2	Poco Favorable (PF)	1	Favorable (F)	2	+
3	Favorable (F)	2	Favorable (F)	2	0
4	Poco Favorable (PF)	1	Favorable (F)	2	+
5	Poco Favorable (PF)	1	Favorable (F)	2	+
6	Poco Favorable (PF)	1	Favorable (F)	2	+
7	Favorable (F)	2	Muy Favorable (MF)	3	+
8	Poco Favorable (PF)	1	Poco Favorable (PF)	1	0

No	Antes		Después		Signo
		Cod		Cod	
9	Desfavorable (D)	0	Favorable (F)	2	+
10	Poco Favorable (PF)	1	Favorable (F)	2	+
11	Favorable (F)	2	Muy Favorable (MF)	3	+
12	Desfavorable (D)	0	Poco Favorable (PF)	1	+
13	Poco Favorable (PF)	1	Favorable (F)	2	+
14	Poco Favorable (PF)	1	Poco Favorable (PF)	1	0
15	Muy Favorable (MF)	3	Muy Favorable (MF)	3	0

Fuente: Espinosa [6] Tabla 8.

6) Establecer la condición de rechazo para el estadístico

Si $r_{(-)} \leq r_{\text{Tabla}}(nr; \alpha) \Rightarrow H_0$ y se acepta H_1

Ello indica que si la cantidad de elementos que cambian negativamente $r_{(-)}$ es un valor menor o igual al de la tabla para un tamaño de la muestra nr , y un valor Alfa asumido, esto implica que cae en la zona de rechazo de H_0 y por tanto se debe de aceptar H_1 .

7) Calcular el estadístico correspondiente para la prueba de hipótesis adoptada

Se aplica la Prueba de los Signos para muestras pequeñas (menor de 30 elementos) por las siguientes razones:

- Las categorías establecidas están en escala dicotómicas (las variables fueron codificadas en (-) y (+). Recordar que los valores iguales a cero se sacan de la muestra.
- Responde a una distribución no paramétrica o de distribución libre.
- La cantidad de la muestra es de 15 estudiantes (menor que 30).

Para aplicar esta prueba resulta necesario contabilizar la cantidad de elementos que cambiaron negativamente, positivamente y los que no cambian. Los elementos que no cambian se excluyen de la muestra inicial y se obtiene la muestra real.

Al comparar la variable en antes y después resultó necesaria establecer una codificación para poder comparar

$$r_{\text{Tabla}}(11; 0.05) = 1$$

numéricamente ambos estados, es por ello que se elabora la Tabla 2 con los datos codificados para posibilitar dicha comparación.

Tabla 2. Compilación de los signos

$r_{(+)} =$	11
$r_{(-)} =$	0
$r_{(0)} =$	4
n_{real}	11

Fuente: Espinosa [6] Tabla 9.

A los que cambiaron positivamente (se le asignó el signo positivo “+”) y las que cambiaron negativamente el signo negativo “-“. Todos aquellos elementos que no cambiaron de signo se le asignó el valor de 0 y son eliminados de la muestra inicial: por lo que el tamaño real de la muestra resulta de restarle al tamaño real la cantidad de elementos que no cambian de signo, que en este caso es $15-4 = 11$.

- Se contabiliza la cantidad de los elementos que cambiaron negativamente, que es el caso que interesa para trabajar con la tabla del anexo 1.

$$r_{(-)} = 0$$

- Se determina el tamaño real de la muestra n_r

$$n_r = 11$$

8) Nivel de decisión

Se busca el $r_{\text{Tabla}}(n_r; \alpha)$; es decir, se busca en la Tabla (Anexo 1) para $n_r = 11$ y $\alpha = 0,05$ el valor crítico que pueden ser admitidos que cambien negativamente y este es igual a:

(Ver anexo 1)

La condición para esta prueba es:

Como $r_{(-)} = 0 < r_{\text{Tabla}}(0,05; 11) (1) \Rightarrow$ **Rechazar H_0 en favor de H_1** , por tanto, la autora pudo presuponer, con un 95% de confianza, que los resultados posteriores a la aplicación de la estrategia laboral fueron superiores al estado inicial del grupo.

Si $r_{(-)} \leq r_{\text{Tabla}}(n_r; \alpha) \Rightarrow$ se rechaza H_0 y se acepta H_1

5. CONCLUSIONES

Resulta importante recordar que la Prueba de los Signos es una prueba no paramétrica muy valiosa que permite comparar un estado final con otro inicial en una misma muestra y también cuando se quiere comparar los resultados de un grupo experimentos con otro grupo de control, si ambos son homogéneos, ya sea para muestras grandes o pequeñas, aunque el caso analizado es con la muestra pequeña, sugiriéndole al lector consulte el trabajo elaborado por estos autores para muestras grandes.

Esta prueba se aplica para escalas dicotómicas y por tanto se puede considerar como una consecuencia de la Prueba Binomial, pudiéndose triangular con ésta, siempre y cuando cumpla las condiciones que se establece para aplicar la Prueba Binomial (ver artículo confeccionado por los autores de este trabajo acerca de este tipo de prueba).

Se hace énfasis recordar que el parámetro más importante para aplicar la Prueba de los Signos, para muestras pequeñas, es determinar la cantidad de elementos que cambian negativamente $r_{(-)}$ y compararlos con los valores críticos que admite la Tabla (Anexo 1) en función del tamaño real de la muestra y del valor Alfa asumido, debiéndose cumplir la condición que $r_{(-)}$ sea menor que los valores admisibles o críticos que aporta la tabla en función del tamaño real de la muestra n_r y el valor Alfa asumido.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Siegel, *Diseño experimental no paramétrico*. La Habana, Cuba: Editorial Revolucionaria, 1987.
- [2] D. C. Montgomery y G. C. Runger, *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*, 2.^a ed. México: McGraw-Hill, 2003. [Online]. Available: https://www.academia.edu/34899097/Montgomery_y_Runger_Probabilidad_y_Estadistica_Aplicada_a_La_Ingenieria
- [3] J. L. Devore, *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*, 7.^a ed. México: Thomson Editores, 2008. [Online]. Available: <https://intranetua.uantof.cl/facultades/csbasicas/matematicas/academicos/jreyes/DOCENCIA/APUNTES/APUNTES%20PDF/Probabilidad%20y%20Estadistica%20para%20Ingenieria%20y%20Ciencias%20-%20Jay%20Devore%20-%20Septima%20Edicion.pdf>
- [4] S. Siegel y N. J. Castellan, *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*, 2.^a ed., 10.^a reimp. México: Editorial Trillas, 1986. [Online]. Available: https://pauyecologia.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/11/estadisticas_no_parametricas-siegel5b15d-1.pdf
- [5] A. Moraguez, M. del P. Espinosa y L. Morales, “La prueba de hipótesis Kolmogorov–Smirnov

para dos muestras grandes con una cola,” *Revista Luz*, vol. 16, no. 3, pp. 77–89, 2017.

[6] M. del P. Espinosa, “El adiestramiento laboral del Técnico Medio en Mecánica Industrial,” Tesis doctoral, Univ. de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero”, Holguín, Cuba, 2012.

[7] B. Oestle, *Estadística aplicada*. La Habana, Cuba: Editorial Científico-Técnica, 1998.

[8] E. G. González y O. V. Panteleeva, *Estadística inferencial 1: Para ingeniería y ciencias*. México: Grupo Editorial Patria, 2017. [Online]. Available: https://books.google.es/books?id=3hYhDgAAQB_AJ

[9] R. E. Walpole, R. H. Myers, S. L. Myers y K. Ye, *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*, 9.ª ed. México: Pearson Educación, 2012. [Online]. Available: https://bibliotecavirtualaserena.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/05/libro_probabilidad-y-estadistica-para-ingenieria-y-ciencias-ronald-e-walpole-mayers.pdf

[10] A. Moraguez, R. J. Sierra y M. E. Torres, “Prueba Kolmogorov–Smirnov para dos muestras grandes con dos colas,” *Ciencia y Aplicaciones de la Ingeniería*, vol. 9, no. 2, pp. 80–97, Jun. 2025, doi: 10.61236/ciya.v9i2.1097.

[11] S. Siegel, *Diseño experimental no paramétrico: aplicado a las ciencias de la*

conducta, 1.ª ed. México: Editorial Trillas, 1970. [Online]. Available:

<https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000574486>

[12] S. Siegel y N. J. Castellan, *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. México: Editorial Trillas, 1998. [Online]. Available: https://pauelyecologia.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/11/estadisticas_no_parametricas-siegel5b15d-1.pdf

[13] W. W. Hines y D. C. Montgomery, *Probabilidad y estadística para ingeniería y administración*, 3.ª reimp. México: Compañía Editorial Continental, 1996. [Online]. Available: <https://www.vicamswitch.com/wp-content/uploads/2019/05/Montgomery-y-Hines-Probabilidad-y-estad%C3%ADstica.pdf>

[14] G. C. Canavos, *Probabilidad y estadística: aplicaciones y métodos*. México: McGraw-Hill/Interamericana, 1988. [Online]. Available: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/59208/mod_resource/content/0/Canavos_-_Probabilidad_y_estadistica_1998_-_PARTE_1.pdf

[15] C. E. Flores y K. L. Flores, “Aplicación de las pruebas no paramétricas de signos y Wilcoxon en la toma de decisiones empresariales,” *Espíritu Emprendedor TES*, vol. 8, no. 2, pp. 64–83, 2024.

[16] “Capítulo VIII. Test no paramétrico para el análisis químico,” [Online]. Available: https://www.ugr.es/~rruizb/cognosfera/sala_de_estudio/estadistica/tests%20noparametricos.PDF

[17] Y. del C. Campano, M. A. C. Cabezas y L. A. A. Betancourt, “Competencia profesional atención al adulto mayor en el médico residente en medicina familiar,” *Ciencias Holguín*, vol. 31, no. 3, Sep. 2025. [Online]. Available: <http://www.ciencias.holguin.cu/revista/article/view/417>

[18] A. R. Ramírez y A. M. Polack, “Estadística inferencial: elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica,” *Horizontes de la Ciencia*, vol. 10, no. 19, pp. 191–208, 2020. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/5709/570962992015/570962992015.pdf>