La prueba de hipótesis Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas con una cola

The statistical analysis of Kolmogorov-Smirnov for two small samples with a queue

Autores/Authors

M. Sc. Arabel Moráguez-Iglesias

arabelm@ucp.ho.rimed.cu

Dra. C. Mabel de Pilar Espinosa-Torres

espinosa@ucp.ho.rimed.cu

M. Sc. Amarilis Gaspar-Huerta

gaspar@ucp.ho.rimed.cu

Cuba

Resumen

Este artículo tuvo la finalidad de mostrar cómo mediante la aplicación adecuada de las pruebas de hipótesis, en especial la Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas cuando se trabaja con una cola, los investigadores pudieron determinar la pertinencia de la hipótesis de una investigación con un determinado nivel de confianza, que fue asumido por ellos. De los métodos empleados, los más significativos de los teóricos fueron el análisis-síntesis y el inductivo-deductivo; como método empírico, la utilización de los resultados en tablas tomadas de la tesis doctoral de Espinosa (2012) a través de: encuestas, entrevistas, aplicación de pruebas, y los métodos estadísticos, entre los cuales se destacó la prueba de hipótesis antes mencionada, lo

Abstract

This article had the purpose of showing how by means of the appropriate application of the hypothesis tests, especially Kolmogorov-Smirnov for two small samples when one works with a queue, the researchers could determine the relevance of the hypothesis of a research with a certain level of trust that is assumed by them. Of the used methods the most significant in the theoretical ones were the analysis-synthesis and the induction-deduction; as empirical method, the use of the results in tables, taken from Espinosa's doctoral thesis (2012) through: interviews, application of tests, and the statistical methods, within the ones stands out the aforementioned hypothesis test, what facilitated the validation, with a higher level of trust, of the research study object.

que posibilitó validar, con un mayor grado de confianza, la investigación objeto de estudio.
Palabras clave: métodos de investigación, estadística, pruebas de hipótesis, tesis doctorales, tesis maestrías

Key words: research methods, statistics, statistical analysis, doctoral theses, master theses

Introducción

De todos es conocida la importancia que tiene en las investigaciones la utilización de las pruebas de hipótesis, como una vía para demostrar la factibilidad de estas, planteadas en una investigación educacional, ya que en la práctica, por lo general, no son explotadas lo suficientemente en las tesis doctorales y de maestrías; por lo que este artículo tiene como objetivo mostrar de una manera práctica, tomada de una tesis doctoral, cómo utilizar la prueba de hipótesis Kolmogorov-Smirnov de dos muestras pequeñas para una cola en las investigaciones científicas defendidas en tesis doctorales y de maestrías en la Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero” de Holguín, por lo que los autores asumen como referentes la tesis doctoral de Espinosa (2012) y toman como referentes teóricos los distintos clásicos de la Estadística, en especial los trabajos de: Freud, (1977), Siegel (1975), Montgomery (1996) y Devore (2000), entre otros, para explicar cómo aplicar el estadístico para la prueba de hipótesis Kolmogorov-Smirnov, para dos muestras pequeñas para una cola, que permiten demostrar que los resultados de un estado final fueron superiores a un estado inicial; o cuando se desea indicar que los resultados de un grupo experimento fueron superiores a los del grupo o grupos de control.

Materiales y métodos

Para la elaboración del presente trabajo se utilizaron como métodos teóricos fundamentales: el análisis-síntesis, para llegar a consenso en relación con el tipo de estadístico a aplicar; el inductivo-deductivo que posibilitó presuponer, con un determinado grado de significación, el rechazo o aceptación de la hipótesis planteada; el análisis de fuentes, que posibilitó estudiar a los distintos clásicos de la Estadística: Siegel (1975), Montgomery (1996), Devore (2000), los materiales utilizados en los cursos de estadística de Moraguez (2008-2013), entre otros, así como la tesis doctoral de Espinosa (2012). Como método empírico, la utilización de los resultados en tablas tomadas de la referida tesis a través de: encuestas, entrevistas, aplicación de pruebas, entre otras, y el método matemático-estadístico, mediante el empleo o aplicación de las pruebas de hipótesis, fundamentalmente la Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas con una cola, que permitieron a los autores demostrar cómo se puede aplicar acertadamente esta herramienta estadística tan poderosa para validar hipótesis.

Resultado y discusión

En concordancia con Siegel (1975), Montgomery (1999), Devore (2000) y Celorrio (2012), entre otros, los autores de este artículo consideran que el empleo de la Estadística es de gran importancia en la investigación científica, ya que esta requiere de algún tipo de análisis estadístico que posibilite evaluar sus resultados. 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 del parámetro es la correcta. Los métodos para lograr esto comprenden la parte de la inferencia estadística que recibe el nombre de pruebas de hipótesis [Siegel (1975), Montgomery (1999), Devore (2000) y Moráguez (2012)].

Se comparte el criterio de Devore (2000) 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 en el ámbito educacional, por citar un ejemplo, 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.

- ✓ ¿En qué consiste una Prueba de Hipótesis?

Los autores consideran conveniente que en lugar de comenzar a dar definiciones matemáticas, - que para el lector que no conozca sobre el asunto le resulte incomprensible -, es mejor explicar cómo emplear, en general, cualquier prueba de hipótesis de las que establece la estadística; por ello se deben seguir los siguientes pasos:[1]

1) Identificar los parámetros de interés

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

[1] Montgomery, Douglas y George Runger. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería, p. 383.

Desempeño Laboral

Número	Antes	Después	Codificación
1	Favorable (F)	Muy Favorable (MF)	+
2	Poco Favorable (PF)	Favorable (F)	+
3	Favorable (F)	Favorable (F)	0
4	Poco Favorable (PF)	Favorable (F)	+
5	Poco Favorable (PF)	Favorable (F)	+
6	Poco favorable (PF)	Favorable (F)	+
7	Favorable (F)	Muy Favorable (MF)	+
8	Poco Favorable (PF)	Poco Favorable (PF)	0
9	Desfavorable (D)	Favorable (PF)	+
10	Poco Favorable (PF)	Favorable (F)	+
11	Favorable (F)	Muy Favorable (MF)	+
12	Desfavorable (D)	Poco Favorable (PF)	+
13	Poco Favorable (PF)	Favorable (F)	+
14	Poco Favorable (PF)	Poco Favorable (PF)	0
15	Muy Favorable (MF)	Muy Favorable (MF)	0
			Tabla 1. Fuente: Tabla 8[2]

Los parámetros de interés se aprecian en la siguiente Tabla 2, donde se determinó la frecuencia absoluta para los indicadores "Antes" y "Después" considerados en la escala ordinal ordenada en escala ascendente, por lo que los autores recomiendan siempre hacerlo así.

Matriz de frecuencias absolutas					
	Desfavorable	Poco favorable	Favorable	Muy favorable	Total
Antes	2	8	3	2	15
Después	0	3	8	4	15

Tabla 2

Es importante contabilizar los resultados en el orden establecido para el estado "Antes" y "Después" como aparecen en la tabla anterior.

2) Establecer la hipótesis alternativa

Se acota que la hipótesis alternativa es aquella hipótesis que se quiere demostrar y se denota por H_1 (otros autores la denotan por H_a). A esta se le asigna el grado de significación Alfa (error del Tipo I) y además determina el tipo de cola a trabajar.

Si por ejemplo se quiere demostrar que los resultados de un grupo experimental fueron superiores a los de un grupo de control (o varios grupos de control), se considera una dirección; en este caso se desea demostrar que los resultados posteriores a la aplicación de la propuesta ("Después") fueron superiores al estado inicial en que se encontraba el grupo

[2] Espinosa Torres, Mabel del Pilar. El adiestramiento laboral del Técnico Medio en Mecánica Industrial, p.115.

(“Antes”), ello indica que: los resultados, por ejemplo, de la media μ_2 del grupo “Después” fueron superiores a los del grupo “Antes” (o a la media de este grupo) μ_1; luego se considera en esta hipótesis que $\mu_2 > \mu_1$, lo que indica que se trabajará con una cola; si ocurriera lo contrario se trabajaría con dos colas, por ejemplo: si los resultados del grupo de experimento son diferentes a los del grupo de control (o del estado “Después”- “Antes”); ello infiere que los valores de la media $\mu_2 \neq \mu_1$ y por tanto se puede considerar que: $\mu_2 > \mu_1$ o $\mu_2 < \mu_1$; por lo que se debe trabajar con dos colas, (aspecto que no compete en este trabajo).

Cuando se trabaja con grupo experimental o cuasiexperimental se puede presuponer entonces que H_1: Los resultados del grupo experimento fueron superiores a los del grupo de control.

Para el caso que compete al problema tomado como ejemplo se asume como hipótesis alternativa

H_1: Los resultados del grupo posterior de aplicada la propuesta “Después” fueron superiores al estado inicial de este “Antes”.

3) Establecer la hipótesis de nulidad

Por el contrario de la anterior, la hipótesis de nulidad (H_0), es contraria a lo que se quiere demostrar, siempre niega la alternativa, pero debe considerarse invariablemente trabajar a partir de una igualdad. Cuando se trabaja con grupo experimental o cuasiexperimental se puede presuponer entonces que H_0: Los resultados del grupo experimento y del grupo de control fueron similares.

Para el problema objeto de estudio la hipótesis de nulidad **H_0** será:

H_0: Los resultados del grupo “Después” de aplicada la propuesta fueron similares al estado inicial de este “Antes”.

4) Establecer el grado de significación estadística o nivel de confianza a asumir

El grado de significación estadística o como algunos autores le llaman también nivel de significancia [Montgomery (1996), Devore (2000), entre otros], resulta de considerar la probabilidad de cometer un error: Cuando se comete el error de negar una hipótesis cierta, se dice que es un error del Tipo I o Alfa (α); por el contrario, si se acepta una hipótesis falsa, entonces se incurre o comete un error del Tipo II o Beta (β). En la estadística 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) ó 0,01(cuando se trabaja con un 99 % de confianza), - estos dos grados de significación son los más trabajados en las investigaciones sociales y educacionales -, lo que no impide que se puedan trabajar con otros.

En la figura 1 se representan las dos zonas de probabilidades en que se trabajan las dos hipótesis: obsérvese que el área de probabilidad asignada a la hipótesis de nulidad es mucho mayor (puede ser de una probabilidad igual a 0,95); sin embargo, la probabilidad Alfa (α), que se le asigna a la zona de rechazo, es a la que corresponde la hipótesis alternativa, que es lo que se desea demostrar, es mucho menor (0,05).

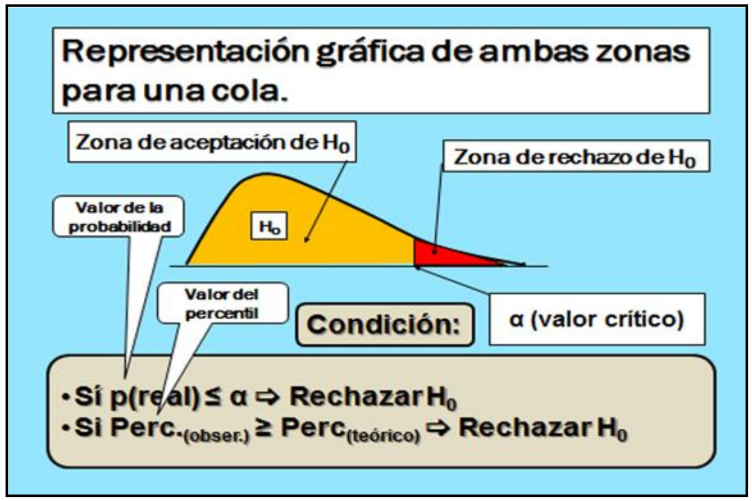

Figura 1

Acotando lo anterior, se ha establecido una dirección al considerar que los resultados finales fueron superiores al estado inicial y por consiguiente se trabajará con una cola (área sombreada a la derecha de la figura.

En este ejemplo se trabajó, con un 95 % de confianza (0,95); por consiguiente, el grado de significación Alfa (α) es igual a 0,05; que es la probabilidad de cometer un error del Tipo I (rechazar una hipótesis cierta).

α = 0.05 (Cometer un error del Tipo I: Negar una hipótesis cierta, en un 5 %)

5) Establecer un estadístico de prueba necesaria

Para el caso que compete se aplicará la prueba de Hipótesis Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas para una cola, pero antes se analizará en qué consiste este tipo de prueba.

5.1 Prueba de Hipótesis Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas para una cola

Esta es una prueba de bondad de ajuste; esto es, se interesa en el grado de acuerdo entre la distribución de un conjunto de valores de la muestra (puntajes observados, que pueden estar en escala ordinal, de intervalo o de razón) y alguna distribución específica. Determina si razonablemente pueden pensarse que los puntajes en la muestra provengan de una población que tenga distribución teórica. Es una prueba muy poderosa [Siegel (1975), Montgomery (1997), Devore (2000), entre otros], recomendada cuando se desea comparar un estado inicial (antes) con un estado final (después).

La prueba consiste en la especificación de la distribución de frecuencia acumulativa que ocurriría bajo la distribución teórica y su comparación con la distribución de frecuencia acumulativa observada o real. La distribución teórica representa lo conforme a H_0 (hipótesis de nulidad que niega lo que se quiere demostrar) y se determina el punto en el que estas dos distribuciones (real y teórica) muestran las mayores divergencias o diferencias. La referencia a la distribución muestral indica si hay probabilidad de divergencia tan grande basada en el azar. Esto quiere decir, que la distribución muestral indica que una divergencia de la magnitud observada probablemente ocurriría si las observaciones fueran realmente una muestra aleatoria de la distribución teórica.

Es importante acotar que esta prueba se aplica tanto para muestras pequeñas o grandes, para una o dos muestras y una o dos colas, constituyendo el objeto de estudio de este artículo trabajar para dos muestras pequeñas y una cola.

En el problema objeto de análisis de este artículo se aplicará la prueba Kolmogorov-Smirnov para dos muestras y una cola por las siguientes razones:

I. Se desea comparar dos muestras, que pueden ser dos grupos o dentro de un mismo grupo un estado inicial con uno final
II. Es una prueba muy recomendada para utilizar con escalas ordinales o de intervalo.
III. La muestra es pequeña, ya que el tamaño de la misma no excede de 40 (obsérvese en la tabla 2 que el tamaño de la misma es de 15 estudiantes
IV. Como se establece la dirección de la hipótesis alternativa H_1 se utiliza una cola

6) Establecer la región de rechazo para el estadístico

Se analiza la zona donde se cumple la probabilidad calculada: si la probabilidad calculada es menor o igual que el valor Alfa asumido (Figura 1), entonces cae en la zona de rechazo de H_0 y por consiguiente de aceptación de H_1 o H_a (que es la hipótesis que los articulistas desean demostrar); si ocurre lo contrario, se acepta H_0 y niega H_1, en la figura 1 se puede apreciar esto con mayor detalle. Si se trabaja con percentil, entonces la condición está dada por: si el valor del percentil de estadístico aplicado es mayor o igual al valor del percentil teórico (dado por tabla estadística), entonces cae en la zona de rechazo a favor de H_1.

La condición de rechazo al trabajar con percentil (porcentaje) que se establece es la siguiente:

Sí $K_D \geq D_{Tabla}$ (n; α) ⇨ Rechazar Ho y aceptar H1

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

Esto se comprenderá mejor al solucionar el ejemplo propuesto a continuación.

En la tesis tomada como referente (Espinosa, 2012), se aplicó la Prueba de los Signos con un 95 % de confianza y la autora pudo demostrar que se cumple la hipótesis alternativa: los resultados del grupo, luego de aplicada la propuesta, fueron superiores al estado inicial, que es lo que se quería demostrar; pero ahora se va a verificar nuevamente, (a manera de triangulación de resultados), al aplicar otra prueba de hipótesis: la Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas para una cola, por lo que se procede con el siguiente algoritmo de cálculo de este estadístico:

a) Elaborar la tabla de frecuencias absolutas de los parámetros de interés, véase la tabla 2.
b) Calcular la matriz de frecuencia relativa acumulada (Tabla 3), tomando como referente la tabla 2 anterior:

Matriz de frecuencias relativas acumuladas

	Desfavorable	Poco favorable	Favorable	Muy favorable
Antes (x1)	0,133	0,667	0,867	1,000
Después (x2)	0,00	0,200	0,733	1,000
/D (x2-x1)/	0,133	0,467	0,133	0,000

Tabla 3.

En la tabla 3 para calcular el valor de la primera celda (0,133), resulta de dividir la primera frecuencia absoluta de los casos “Desfavorable” antes de aplicar la propuesta (2), entre el total de la muestra (15), luego 2/15 = 0,133. De igual forma se procede para determinar la frecuencia relativa de los casos “Desfavorable” para el estado “Después”, segunda celda debajo del valor 0,133, entonces se obtiene el cociente 0 que resulta de dividir los cero casos “Desfavorable” para el estado “Después” entre el total de la muestra (0/15 = 0).

Ahora se obtendrá el siguiente valor de la frecuencia relativa acumulada para los casos “Poco favorable” para el estado “Antes”, que en este caso es igual a 8 casos, por lo que resulta que a la frecuencia relativa anterior 0,133 se le debe sumar el cociente 8/15 =0,53; luego 0,133 + 0,53 = 0,667. La siguiente celda para los casos “Favorables” del estado

"Antes" se le suma el valor anterior de la celda 0,667 con el cociente de dividir 3 casos "Favorables" para este estado entre 15 (3/15 = 0,2); lo que arroja un resultado igual a 0,667 + 0,2 = 0,867 y por último al sumarle el valor de 0,867 al cociente que resulta de dividir 2 casos "Muy favorable" del estado "Antes" entre el total de la muestra 15 quedará entonces: 0,867 + 2/15 = 1. Se aclara que siempre el último valor de la frecuencia relativa acumulada para ambos casos debe ser igual a la unidad, por ser esta la máxima probabilidad de que ocurra un suceso, también conocida como primera ley o propiedad de las probabilidades.

De manera análoga se procede para encontrar el resto de los valores de la Tabla 3 para el caso "Después", según se puede apreciar.

c) Determinar el valor absoluto de las diferencias entre los estados "Antes" y "Después"

Una vez calculados los valores de las frecuencias acumuladas de ambos casos para cada variable (Desfavorable, Poco favorable, Favorable y Muy favorable), se procede a determinar el valor absoluto de las diferencias entre los estados "Antes" y "Después" para cada caso, recordando que como se calcula el valor absoluto no se tiene en cuenta el orden en que se vaya a efectuar la diferencia, ya que siempre se considerará positiva; por ejemplo para calcular la diferencia de los casos "Desfavorable" se puede efectuar: $x_2 – x_1 = 0{,}00 - 0{,}133$ que resultará el valor - 0,133, pero se toma 0,133 (debido a que el signo menos no importa); por el contrario, si se efectúa $x_1 – x_2 = 0{,}133 – 0{,}000 = 0{,}133$. Se procede de igual forma para obtener el resto de las diferencias de la 3. fila de la tabla 3.

d) Seleccionar el valor máximo de estas diferencias

Como se aprecia en la Tabla 3, el valor máximo de los valores absolutos de las diferencias observadas es igual a 0,467; luego este valor se multiplica por 100 para llevarlo a un valor de percentil, quedando 46,7; que constituye el valor real de este estadístico para el problema dado y se denota por K_D; luego $K_D = 46{,}7$

$$K_D = 46{,}7$$

Ya se tiene el valor de K_D, por lo que solamente falta encontrar el valor de $D_{\mathbf{Tabla(n;\ \alpha)}}$, este valor se puede buscar en la tabla del Anexo 1 para n = 15 (tamaño de la muestra) y para α = 0,05 para una cola (que es caso que se está analizando). Este valor es igual a **7**

$$D_{\mathbf{Tabla(15;\ 0,05)}} = 7$$

8) Nivel de decisión

Es necesario recordar que como se trabaja con percentil, el nivel de decisión de este estadístico estará dado por:

Sí $K_D \geq D_{Tabla}$ (n; α) ⇨ Rechazar Ho y aceptar H1

Como $K_D > D_{Tabla(15;0,05)}$, ya que 46,7 > 7; ello implica (⇨) que cae en la zona de rechazo de H_0 y por consiguiente se acepta H_1, por lo tanto se puede presuponer, con un 95 % de confianza, que los resultados obtenidos por el grupo posterior a la aplicación de la propuesta fueron superiores al estado inicial del grupo, que es la hipótesis que se quería demostrar.

Conclusiones

Resulta sustancial acotar la importancia que tiene la utilización de las pruebas de hipótesis que posibilita validar, con un mayor grado de confianza, las investigaciones educacionales, significando el rol que desempeña la utilización de esta poderosa prueba de hipótesis llamada Kolmogorov-Smirnov (en honor a los dos estadísticos que la idearon y fundamentaron) para una muestra pequeña y para una cola que permiten comparar, con un determinado nivel de confianza, que es asumido por el investigador, el estado final de un grupo, luego de aplicada la propuestas investigativa, con su estado inicial, o de comparar los resultados de un grupo experimento con un grupo de control para muestras pequeñas (que no excedan de 40 elementos). Esta prueba puede ser empleada a manera de triangulación con otras pruebas de hipótesis, lo que incrementa el grado de pertinencia de una investigación.

Se añade que la prueba de hipótesis Kolmogorov-Smirnov (K-S) también se puede emplear para una cola con muestras grandes y K-S para dos colas para muestras pequeñas y grandes, que por supuesto, utilizan otros tipos de estadístico.

Bibliografía

CELORRIO SÁNCHEZ, ARSENIO. Pruebas de hipótesis no paramétricas de Kolmogorov-Smirnov para una y dos muestras. [Disponible en http://www.monografias.com/trabajos11/docima/docima.shtml#DOS]. [Visitado el 10/04//2014 10:15 PM].

DEVORE, JAY. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. California (Impreso en México, Edit. Thomson Editores, 2000.

ESPINOSA TORRES, MABEL DEL PILAR. El adiestramiento laboral del Técnico Medio en Mecánica Industrial. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Holguín, Universidad de Ciencias Pedagógicas "José de la Luz y Caballero", 2012.

FREUD, JOHN. Estadística elemental moderna. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1977.

MONTGOMERY, DOUGLAS Y GEORGE RUNGER. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. California (Impreso en México), Edit. McGraw-Hill, 1996.

MORÁGUEZ IGLESIAS, ARABEL. Curso de estadística aplicada a la investigación educacional. Materiales impresos, compendio de tablas y ejercicios adaptados para el curso. Holguín, Universidad de Ciencias Pedagógicas "José de la Luz y Caballero", 2006-2013.

SIEGEL, SIDNEY. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. México, Edit. Trillas, 1975.

Anexos

Anexo 1

Tabla Kolmogorov-Smirnov para dos muestras pequeñas

	Una cola		Dos colas	
n	**α = 0.05**	α = 0.01	α = 0.05	α = 0.01
3	3	--	--	--
4	4	--	4	--
5	4	5	5	5
6	5	6	5	6
7	5	6	6	6
8	5	6	6	7
9	6	7	6	7
10	6	7	7	8
11	6	8	7	8
12	6	8	7	8
13	7	8	7	9
14	7	8	8	9
15	**7**	9	8	9
16	7	9	8	10
17	8	9	8	10

18	8	10	9	10
19	8	10	9	10
20	8	10	9	11
21	8	10	9	11
22	9	11	9	11
23	9	11	10	11
24	9	11	10	12
25	9	11	10	12
26	9	11	10	12
27	9	12	10	12
28	10	12	11	13
29	10	12	11	13
30	10	12	11	13
31	10	13	11	
32	10	13	11	
33	10	13	11	
34	10	13	11	
35	11	13	12	
36	11	13	12	
37	11	13	12	
38	11	13	12	
39	11	13	12	
40	11	14	13	

Fuente[3]

[3] Siegel, Sidney. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta, p. 312. Tabla L.

ABOUT THE AUTHORS / SOBRE LOS AUTORES

M. Sc. Arabel Moráguez-Iglesias. (arabelm@ucp.ho.rimed.cu). Graduado del Profesoral Superior de Física. Ingeniero Mecánico. Máster en Planeamiento, Administración y Supervisión de Sistemas Educacionales. Profesor Auxiliar del Departamento Industrial de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero” de Holguín, Cuba. Avenida de los Libertadores No. 287. Holguín. Cuba. CP 81000. Teléfono: 482160. Reside en Calle José A. Cardet No. 248 (altos) e/ Martí y Luz y Caballero. Holguín. Cuba. CP 80100. Teléfono: 461912. Actualmente jubilado.

Dr. C. Mabel del Pilar Espinosa-Torres. (espinosa@ucp.ho.rimed.cu). Ingeniera Mecánica Licenciada en Mecánica. Máster en Ciencias. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora Auxiliar. Vicedecana de pregrado de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas "José de la Luz y Caballero" de Holguín, Cuba. Avenida de los Libertadores No. 287. Holguín. Cuba. CP 81000. Teléfono: 482160. Reside en Calle Cuba No. 188 (altos) e/ Progreso y Marañón. Holguín. Cuba. CP 80100. Línea de investigación: La formación del profesional en Ciencias Técnicas.

M. Sc. Amarilis Gaspar- Huerta. (gaspar@ucp.ho.rimed.cu). Máster en Ciencias de la Educación. Prof. Asistente del Departamento Industrial de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero” de Holguín, Cuba. Avenida de los Libertadores No. 287. Holguín. Cuba. CP 81000. Teléfono: 482160. Reside en Calle Independencia No. 188 / 20 y Carlos Manuel de Céspedes. Reparto Vista Alegre. Holguín. Cuba. CP 80100. Línea de investigación: La formación del profesional en Ciencias Técnicas.

Fecha de recepción: 23 de septiembre 2014

Fecha de aprobación: 1 de octubre 2014

Fecha de publicación: 1 de enero 2015