



## Competencia estadística: metodología *seis sigma* en el proceso de investigación

Jesús **Vilchez** Guizado  
Universidad de Huánuco, Perú  
[jjevilchez17@gmail.com](mailto:jjevilchez17@gmail.com)  
Julia Ángela **Ramón** Ortiz  
Universidad de Huánuco, Perú  
[angelaramonortiz@gmail.com](mailto:angelaramonortiz@gmail.com)

### Resumen

La presente comunicación tiene como objetivo compartir la implicancia de la inserción de la estadística a la gestión de la calidad, teniendo como herramienta de procesamiento de datos y presentación de resultados mediados por el software estadístico. El proceso metodológico empleado en el estudio fue de investigación-acción participativa, con implementación de aprendizaje interactivo con datos, mediado por el software Minitab centrado en las etapas de la metodología Seis Sigma. La experiencia se realizó con estudiantes de maestría en gestión educativa, asignatura de estadística aplicada a la investigación; en los tópicos abordados durante las clases, centrado en el análisis e interpretación de los datos provenientes de las variables de investigación para la tesis. Los resultados obtenidos reflejan, que los participantes se empoderaron del uso del software estadístico para el tratamiento de datos, mostrando habilidad en la interpretación de los resultados obtenidos, desarrollando y fortaleciendo en forma significativa su competencia estadística.

*Palabras clave:* pensamiento estadístico, competencia estadística, competencia tecnológica, metodología Seis Sigma, minitab.

### Introducción

La estadística es inseparable de sus aplicaciones, y su justificación final es su utilidad en la resolución de problemas de la realidad y de la propia estadística. Por otro lado, hay que diferenciar entre conocer y ser capaz de aplicar un conocimiento. La habilidad para aplicar los conocimientos estadísticos es frecuentemente mucho más difícil de lo que se supone, porque requiere no sólo conocimientos técnicos (tales como elaborar un gráfico o calcular un promedio), sino también conocimientos estratégicos (saber cuándo hay que usar un concepto o gráfico dado). En la mayoría de los casos, los problemas y ejercicios que se tratan durante el estudio de la estadística son conocimientos técnicos, mientras que los proyectos incluyen también conocimientos estratégicos, y aumentan la motivación del estudiante (Anderson y Loynes, 1987).

El aprendizaje de la estadística siempre está ligado al contexto de los datos y a la atención de los requerimientos para la toma de las decisiones basadas en información confiable y de

calidad. La estadística muestra su importancia en el estudio de datos cualitativos y cuantitativos provenientes de variables educativas y de gestión, que son abordados por los investigadores y especialistas que cuentan con formación estadística. Por ello, esta comunicación se presenta, como parte de un estudio de caso sobre aprendizaje y evaluación del uso de técnicas estadísticas orientadas al estudio de la calidad, basado en distintos datos, el uso del conocimiento estadístico y el desempeño del estudiante de maestría en el manejo de datos y producción de información. Se muestra que el contexto es significativo para el aprendizaje y aplicación de la Estadística.

El potencial de las nuevas tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje es uno de los retos actuales con que cuenta la educación matemática y más precisamente la educación estadística; con estas nuevas herramientas tecnológicas se vislumbran los beneficios que ofrecen las calculadoras, computadoras, software, internet, entre otras debido a que permiten un almacenamiento, procesamiento y transmisión de información (Hitt, 2009). Actualmente, la información se constituye en insumo fundamental para el desarrollo de la sociedad, teniendo como sustento el proceso de tratamiento, procesamiento y análisis adecuado de datos, que conducen a la obtención de resultados y a la toma de decisiones basadas en evidencias aunado a una complejidad conceptual que involucra a los procesos relacionados con el pensamiento estadístico, a través de la determinación de variables, la obtención de datos y el análisis de los mismos utilizando herramientas estadísticas, con el uso pertinente de recursos tecnológicos que permiten realizar cálculos y representaciones gráficas de fácil interpretación.

En los estudiantes de posgrado se percibe ausencia del uso de técnicas estadísticas en la realización de trabajos referidos a la gestión de calidad y la investigación, pues, no realizan un análisis apropiado a la información disponible y utilizan inapropiadamente la estadística. Por ello, el presente trabajo está orientado en determinar la importancia que tiene para los estudiantes de posgrado el desarrollo de competencias estadísticas en procesos de calidad mediante el uso de herramientas tecnológicas, y responder la siguiente pregunta: ¿Qué impacto tiene la implementación de la metodología *seis sigma* mediado por el *minitab* en el desarrollo de competencias estadísticas en estudiantes de la maestría en gestión de la educación en el proceso de ejecución de su proyecto de tesis? En respuesta a la interrogante, el estudiante de posgrado debe estar capacitado para usar correctamente el lenguaje estadístico y tener habilidades para construir argumentos estadísticos basados en datos, y que tengan una actitud positiva sobre la utilidad de la estadística, su trascendencia y su alcance, a través de la aplicación de recursos tecnológicos para el procesamiento de datos y producción de información en la ejecución de la tesis.

### **Marco de referencia**

La estadística es la herramienta principal para el estudio de los datos y la producción de información, busca explicar las correlaciones y dependencias de un fenómeno físico o natural, de ocurrencia en forma aleatoria o condicional. Actualmente, es de uso generalizado en los procesos de gestión y búsqueda de calidad, utilizar recursos tecnológicos para el procesamiento de información de manera novedosa, que facilitan la toma de decisiones y la búsqueda de respuestas apropiadas.

### ***Razonamiento estadístico***

El razonamiento estadístico puede ser definido como la manera en la cual las personas razonan con ideas estadísticas y el sentido que le dan a la información estadística, lo cual implica hacer interpretaciones basadas en conjuntos de datos y sus representaciones; conectando un

concepto con otro y combinar ideas sobre datos y el azar; en suma, razonar estadísticamente significa entender y explicar los procesos estadísticos e interpretar completamente los resultados estadísticos (Garfield, 2002). De esta forma, el razonamiento estadístico acerca de trabajos estadísticos en las distintas etapas de la metodología Seis Sigma se basa en la interpretación de los resultados obtenidos a partir de los datos en concordancia con los conceptos estadísticos. Detrás del razonamiento estadístico subyacen la comprensión de ideas estadísticas como: distribución, centralidad, dispersión, correlación, aleatoriedad, muestreo, intervalo de confianza, significancia, confianza, límites de control, etc. (Fernández et al, 2008).

### ***Pensamiento estadístico***

Pensamiento estadístico, implica la comprensión del por qué y de cómo se realizan las investigaciones estadísticas. Esto incluye reconocer y comprender el proceso investigativo completo (desde la pregunta de investigación a la recolección de datos, así como la selección de la técnica para analizarlos, probar las suposiciones, etc.), entendiendo cómo se utilizan los modelos para simular los fenómenos aleatorios, a través de producción de datos para estimar las probabilidades, reconocimiento de cómo, cuándo, y por qué los procedimientos deductivos se pueden utilizar, y ser capaz de entender el contexto de un problema para emitir conclusiones y planear investigaciones (Garfield, 2002).

El pensamiento estadístico es importante y necesario para el desarrollo de una cultura estadística e investigativa, pero se torna más importante con el uso de los recursos tecnológicos en el tratamiento de datos. Según Gutiérrez (2009) este pensamiento se desarrolla bajo tres principios: el primer principio está referido a procesos interconectados para enfatizar que los procesos no operan de manera aislada, más bien, interactúan con el resto del sistema; el segundo principio reconoce que los resultados de todos los procesos son variables; y, el tercer principio está referido a reducir la variabilidad hasta lograr el nivel de calidad Seis Sigma. Por ello, el gran reto actual es que las empresas u organizaciones logren profundizar el pensamiento estadístico, ya que le ayudará a conocer la realidad (con variación), pero también le permitirá dirigir más adecuadamente sus esfuerzos de mejora sustentado en datos.

### ***Competencia estadística***

La actividad estadística es parte de la formación cultural del individuo, por ello es fundamental el desarrollo de la competencia estadística en los estudiantes. Según Jiménez (2010) la competencia estadística es el proceso mediante el cual se implementan métodos y procedimientos para recolectar, sistematizar y analizar diferentes tipos de datos, así como para comprender y abordar fenómenos probabilísticos y realizar inferencias estadísticas que sirvan como instrumentos de juicio en la toma de decisiones y en la comprensión de los fenómenos económicos, políticos, sociales y del ejercicio profesional. En términos de cobertura, cumplimiento, interpretabilidad, oportunidad, transmisión de datos y metadatos para abordar aspectos del marco de calidad sustentado en actividades estadísticas.

Por ello, poseer competencia estadística, implica utilizar apropiadamente los símbolos estadísticos, comprender los conceptos y herramientas de utilidad, entender y explicar los procesos estadísticos y los resultados estadísticos, reconocer y seleccionar adecuadamente los niveles de precisión y estimadores, tener conciencia de la variedad de interpretaciones posibles de los resultados al procesar los datos para sustentar o rechazar un argumento, reconocer y comprender el proceso estadístico investigativo, completo, saber formular la hipótesis estadística, ser capaz de seleccionar la técnica estadística apropiada para la recolección y

procesamiento de los datos, usar con pertinencia los recursos tecnológicos para el procesamiento, análisis e interpretación de datos, utilizar el contexto de un problema para emitir conclusiones y planear investigaciones.

### **Competencia tecnológica**

Según Freeman, (1993, citado por Castellanos, 2009), las competencias tecnológicas se constituyen como parte del capital intelectual, su valoración constituye un factor clave para determinar el impacto real del aprendizaje tecnológico y se adquiere por cuatro vías excepcionalmente importantes: (1) la educación de numerosos profesionales de la ingeniería; (2) la promoción de una amplia gama de actividades técnicas y científicas en el comercio y la industria; (3) el aprendizaje tecnológico al interior de las empresas productivas y de servicio, asociaciones de investigación, oficinas de patentes, oficinas de redes científicas y técnicas para la innovación; (4) el aprendizaje continuo a través de la integración horizontal de las actividades de investigación y desarrollo, diseño, producción y comercialización, entre otras. Así, actualmente la competencia tecnológica, se plantea como el requisito para generar y gestionar cambios tecnológicos en el trabajo con datos durante el proceso de investigación e innovación, en la búsqueda permanente de la calidad, haciendo uso pertinente de la estadística.

### **Metodología Seis Sigma**

Seis Sigma, es un enfoque de gestión que mide y mejora la calidad, ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección a partir de los datos, es una metodología de *mejora de procesos*, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, reforzando y optimizando cada parte de proceso consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas u organizaciones.

### **Minitab**

El minitab es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas a partir de datos cualitativos y cuantitativos. Es amigable y versátil para el estudio de la estadística descriptiva e inferencial. Facilita el análisis de datos y la construcción de gráficas, tanto para variables cualitativas como cuantitativas, también posibilita relacionar dos o más variables, así como la medición de la calidad de proceso.

### **Tabla 1**

*Competencias esperadas en la metodología Seis Sigma.*

Sesión	Etapa 6 Sigma	Competencia estadística esperada
02	Medir	-Realiza cálculo de medidas estadísticas descriptivas. -Elabora Diagrama de Pareto, Causa y Efecto. -Asimila métodos de muestreo estadístico. -Mide la capacidad del sistema de medición.
03	Analizar	-Interpreta la correlación y regresión lineal y no lineal. -Realiza pruebas de hipótesis. -Realiza pruebas de análisis de varianza (ANOVA).
04	Mejorar	-Interpreta el análisis de experimentos (DOE). -Determina el diseño factorial -Métodos de superficies de respuesta
		-Elabora cartas y plan de control.

05	Controlar	-Elabora gráficos de control de la media y la varianza.
----	-----------	---

Fuente: texto de gestión de la calidad de Camisón y otros, 2006.

### Metodología de investigación

El presente estudio es de corte cualitativo, utilizando el método de Investigación-Acción participativa, a un nivel descriptivo, exploratorio e interpretativo. Los sujetos de investigación fueron los estudiantes de maestría en gestión de la educación (24 estudiantes) de la universidad de Huánuco (Huánuco-Perú), inscritos en la asignatura de estadística aplicada a la investigación. Para recopilar la información cualitativa, se utilizó las técnicas de observación participante y la entrevista semiestructurada. Mientras que para la recolección de datos cuantitativos, la técnica de la encuesta a través de una prueba de conocimientos.

Durante el proceso investigativo se aplica una entrevista a los sujetos de la investigación, referido al manejo y conocimiento de los conceptos fundamentales de estadística descriptiva e inferencial, la misma que fue reforzada; luego se aplica la lista de cotejo para evaluar el proceso didáctico implementado a través de actividades interactivas y el uso del software *minitab*; también se administra una prueba de conocimientos para evaluar el aprendizaje logrado de tópicos desarrollados dentro de las cuatro etapas de la metodología Seis Sigma, sustentado en resultados numéricos y gráficos obtenidos con el *minitab*; finalmente, se administra un cuestionario de satisfacción sobre la experiencia didáctica implementada. Los ítems de los tres instrumentos fueron validados cualitativa y cuantitativamente, previo a su aplicación.

El análisis e interpretación de los resultados se hizo con el software estadístico *minitab*; para los datos categóricos provenientes de la observación participante y el cuestionario de satisfacción, se utilizaron gráficas; y para los resultados de la prueba de conocimientos, estadísticas descriptivas.

### Resultados

Los resultados obtenidos de la lista de cotejo, referido al logro de competencias estadísticas y tecnológicas durante las actividades interactivas mediadas por el *minitab* en las cuatro etapas de la metodología Seis Sigma, se muestran en la figura 1.

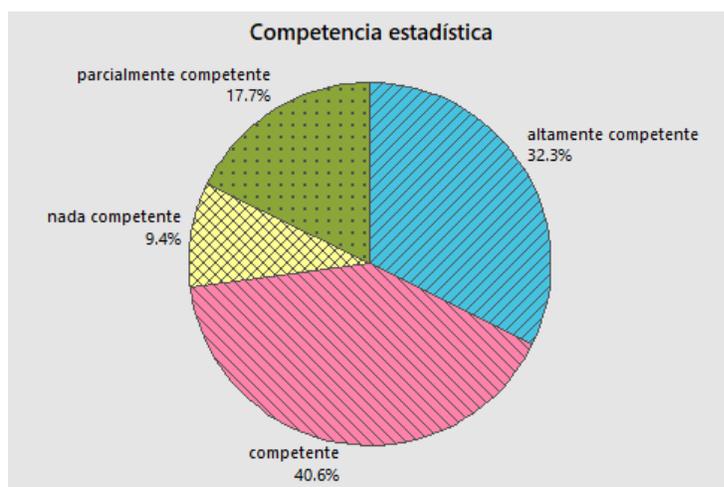


Figura 1: Nivel de competencias estadísticas logradas por los participantes

La lista de cotejo se aplicó, bajo los indicadores: nivel de motivación para el estudio, habilidad para manejo de datos con el *minitab*, obtención e interpretación de los resultados obtenidos y el proceso de comunicación estadística, cuyos resultados mostrados en la figura 1, indican que el desarrollarlo de competencias estadísticas de la mayoría de los participantes fueron aceptables, de acuerdo a los indicadores considerados para este rubro.

La prueba cognitiva se administró después del desarrollo de cada etapa de la metodología Seis Sigma se tuvo los resultados siguientes: En la etapa *medir* la media del grupo fue de 16,165, con coeficiente de variación de 7,83%, el cual indica un promedio alto y un aprendizaje relativamente homogéneo. En la etapa *analizar* la media del grupo fue de 15,042, con coeficiente de variación de 11,68%, el cual indica un promedio aceptable y un aprendizaje relativamente homogéneo, pero inferior lo obtenido en la etapa medir. En la etapa *mejorar* la media del grupo fue de 13,583, con coeficiente de variación de 16,09%, el cual indica un promedio bajo pero aceptable y un aprendizaje relativamente heterogéneo. En la etapa *controlar* la media del grupo fue de 14,625, con coeficiente de variación de 12,72%, el cual indica un promedio aceptable y un aprendizaje relativamente homogéneo, tabla 2 y figura 2.

Tabla 2

Medidas estadísticas de aprendizajes logrados según etapas de Seis Sigma.

	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Q1	Q3	Máximo	Rango
Medir	16.125	1.262	7.83	14.000	15.000	17.000	18.000	4.000
Analizar	15.042	1.756	11.68	12.000	13.250	16.750	17.000	5.000
Mejorar	13.583	2.185	16.09	9.000	12.000	15.000	18.000	9.000
Controlar	14.625	1.861	12.72	11.000	13.000	16.000	17.000	6.000

Fuente: prueba administrada al final de cada etapa de la metodología Seis Sigma.

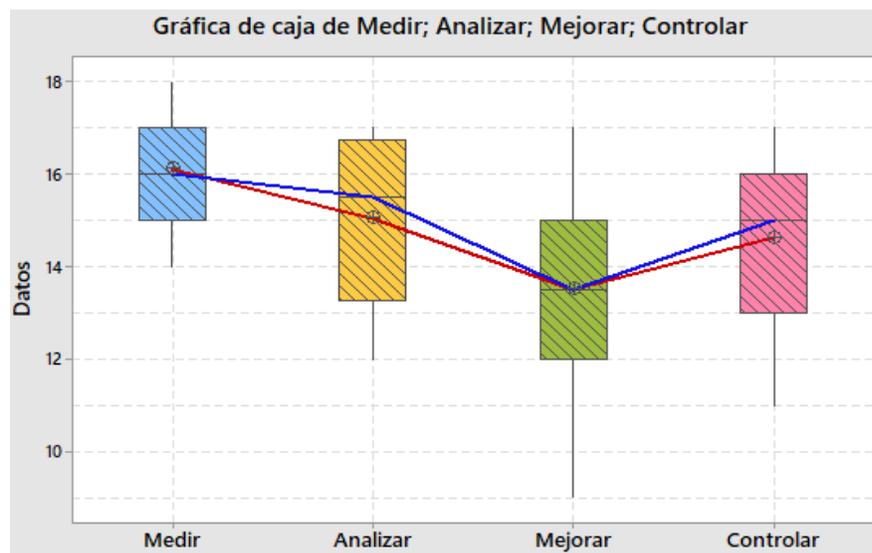


Figura 2. Comparación gráfica de los logros de aprendizaje en las etapas del Seis Sigma.

La obtención de mejores resultados en las etapas de medir y analizar, de la prueba administrada, podría obedecer a que en estas dos etapas se abordan contenidos de la estadística descriptiva e inferencial que es de conocimiento por la mayoría de los participantes; mientras que

en las etapas mejorar y controlar se abordan conceptos y temas nuevos para el participante, y su asimilación conceptual y procedimental requiere de más estudio y tiempo.

Respecto al nivel de satisfacción de las actividades interactivas realizadas y el desarrollo de sus competencias estadísticas más del 73% de los participantes se muestran satisfechos o muy satisfechos con los logros obtenidos en la etapa de medición, mientras más del 80% de los mismos manifiestan estar muy satisfechos o satisfechos, con sus logros en la etapa analizar, siendo mínimo el nivel de insatisfacción con las actividades realizadas, figura 3.

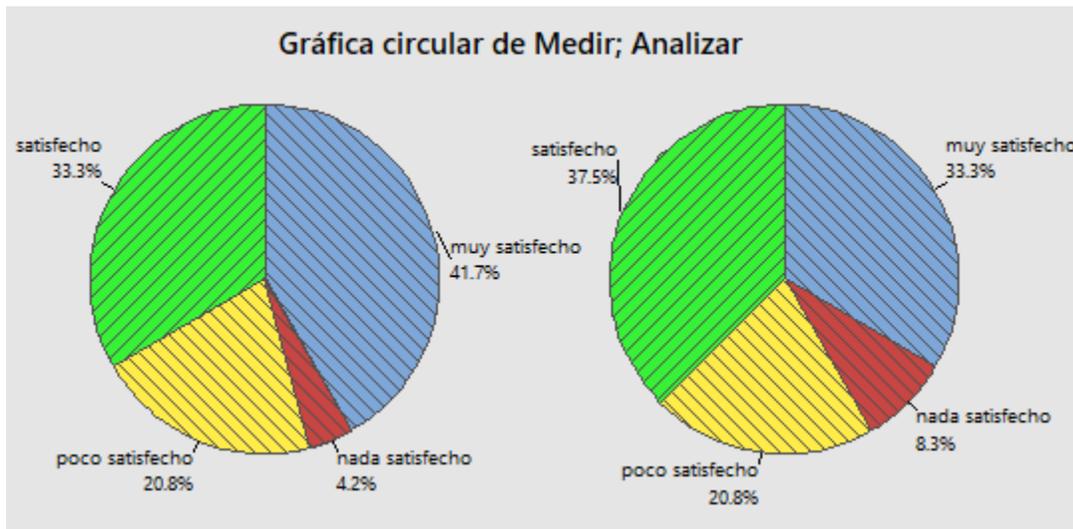


Figura 3. Nivel de satisfacción sobre las actividades realizada en las etapas Medir y Analizar de M6S.

Con respecto a los logros obtenidos etapa mejorar, más del 72% de los participantes se sienten muy satisfechos o satisfechos, mientras con lo desarrollado en la etapa controlar el 79,2% manifiestan estar satisfechos o muy satisfechos, figura 4.

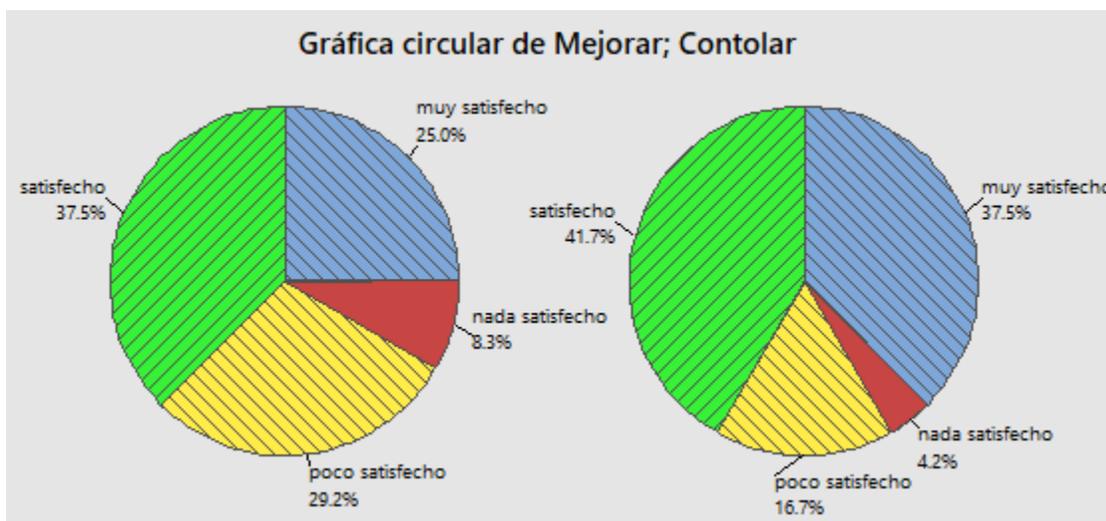


Figura 4. Nivel de satisfacción sobre las actividades realizada en las etapas Mejorar y Contolar de M6S.

En resumen, según los resultados que se muestran en las figuras 3 y 4, las actividades desarrolladas en cuatro etapas de la metodología Seis Sigma, a través de ejercicios interactivos mediado por el *minitab*, tuvieron una aceptación mayoritaria de los estudiantes de la maestría en

educación, pues permiten que el desarrollo de su capacidad de cálculo, análisis en interpretación de resultados de investigación con argumentos estadísticos.

### Conclusiones

El desarrollo de la competencia estadística de los estudiantes de posgrado en educación queda fortalecido con el uso de las etapas de metodología Seis Sigma en el trabajo con datos, la misma que repercute en el desarrollo de una cultura estadística y razonamiento estadístico, permitiendo reconocer y comprender el proceso investigativo en su integridad, las mismas que facilitan la emisión de conclusiones valederas y planear nuevas investigaciones.

La aplicación del software estadístico con fines educativos e investigativos fortalece el desarrollo del razonamiento y pensamiento estadístico de los estudiantes de la maestría en gestión educativa, pues permite el logro de aprendizajes significativos, a través de la realización de actividades interactivas y dinámicas; propiciando motivación intrínseca para el aprendizaje de la teoría estadística a través del procesamiento, análisis e interpretación de resultados, acordes a los objetivos de investigación previamente establecidos, desarrollando de manera eficiente su competencia estadística.

Desde los resultados obtenidos, se pudo evidenciar que el software estadístico es un recurso imprescindible para generar escenarios de trabajo con datos provenientes de las variables de investigación, que son ingresados en el programa y procesados para la obtención de resultados numéricos y gráficos, conjugando la teoría y práctica estadística en el proceso de interpretación de los resultados de medición, análisis, mejora y control, valorando la importancia de la estadística en estudios de calidad, dentro de la sociedad plural y tecnológica.

### Referencias y bibliografía

- Anderson, C. W. y Loynes, R. M. (1987). *The teaching of practical statistics*. New York: Wiley.
- Camisón, C. Cruz, S. y Gonzales, T. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson, Prentice Hall.
- Castellanos, O.; Jiménez, C. y Domínguez, K. (2009). Competencias tecnológicas: bases conceptuales para el desarrollo tecnológico en Colombia. *Revista ingeniería e investigación* VOL. 29 No. 1, Abril de 2009 (133-139)
- Fernández, F., Sarmiento, B. y Soler, N. (2008). *Estadística y Probabilidad en la escuela secundaria*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Garfield, J. (2002). The Challenge of Developing Statistical Reasoning. *Journal of Statistics Education* 10(3). Recuperado de <http://www.amstat.org/publications/jse/v10n3/garfield.html>, abril 2018.
- Gutiérrez, H y De la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México D.F. McGrawHill Educación.
- Hitt, F. y Cortés, J. (2009). Planificación de actividades en un curso sobre la adquisición de competencias en la modelación matemática y uso de calculadora con posibilidades gráficas. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 10(1), 1-30.
- Jiménez, M. (2010). *Competencias en matemática y estadística*. Santiago: INACP. Recuperado de <https://www.inacap.cl/tportal/portales/tp4964b0e1bk102/uploadImg/File/competenciasMatematicasEstadistica.pdf>

Pfannkuch, M. y Wild, C. (2002). *Statistical Thinking Models*. The University of Auckland. New Zealand. ICOTS6.