Metodología seis sigma: Proceso de medición y análisis mediado por software Minitab

Jesús Vilchez Guizado[1] y Julia Ángela Ramón Ortiz[2]

1Universidad Privada de Huánuco

[2]Universidad Hermilio Valdizán de Huánuco, Perú

Resumen

El estudio se centra en la comprensión y aplicación de la teoría estadística en la gestión y mejora de la calidad, mediante la resolución de problemas de contexto, teniendo como herramienta de procesamiento de datos el Minitab. El objetivo del estudio fue contribuir con el desarrollo del pensamiento estadístico de los estudiantes de posgrado en el uso de la estadística en la realización de trabajo de tesis. La metodología seguida fue de investigación acción sustentado en actividades interactivas en el tratamiento de datos y producción de información objetiva. La experiencia se llevó a cabo durante el desarrollo del curso de estadística aplicada a la investigación en el programa de maestría en educación de la Universidad de Huánuco, las actividades de aprendizaje se realiza bajo la modalidad de taller, de las etapas de medición y análisis de la metodología Seis Sigma. Concluyéndose, que los procesos de medición y análisis de datos mediado por el software estadístico, favorece el desarrollo de la competencia estadística e investigativa de los estudiantes.

Palabras clave: Competencia estadística, Minitab, analizar, medir.

Abstract

The study focuses on the understanding and application of statistical theory in the management and improvement of quality, through the resolution of contextual problems, using the Minitab data processing tool. The objective of the study was to contribute to the development of the statistical thinking of postgraduate students in the use of statistics in the realization of thesis work. The methodology followed was action research based on interactive activities in data processing and production of objective information. The experience was carried out during the development of the statistics course applied to the research in the master's program in education of the University of Huánuco, the learning activities are carried out under the modality of workshop, of the stages of measurement and analysis of Six Sigma methodology. Concluding, that the processes of measurement and analysis of data mediated by the statistical software, favors the development of the statistical and investigative competence of the students.

Keywords: Statistical competence, Minitab, analyze, measure.

1. 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. En la sociedad de la globalización, de la información y tecnología en que vivimos, el conocimiento estadístico es considerada como una competencia esencial para un pleno desempeño ciudadano; donde es fundamental desarrollar la habilidad de leer e interpretar datos de forma crítica y usar la Estadística como evidencia en contextos cotidianos o profesionales, es decir lograr una cultura estadística (Ridway, Nicholson, y McCusker, 2011). Éstas deben posibilitar el trabajo con datos en distintas actividades cotidianas y fundamentalmente en trabajos investigativos.

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

Vilchez, J. y Ramón, J. (2019). Metodología Seis Sigma: Proceso de medición y análisis mediado por software Minitab. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística.* Disponible en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html

preparar 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 uso de tecnologías en el aprendizaje de la estadística es uno de los retos actuales con que cuenta la educación estadística; con las nuevas herramientas tecnológicas se vislumbran los beneficios que ofrecen las calculadoras, computadoras, software, internet, etc., debido a que permiten un almacenamiento, procesamiento y transmisión de información (Hitt, 2009). Actualmente, la información se constituye en insumo fundamental en todo proceso investigativo, sustentado en el proceso de tratamiento, procesamiento y análisis adecuado de datos, que conducen a la obtención de resultados y a la toma de decisiones pertinentes, aunado a una complejidad conceptual que involucra a los procesos relacionados con el pensamiento estadístico, la misma que se puede hacer cada vez más robusta con el apoyo de las herramientas tecnológicas; con una medición eficaz de los datos, un análisis eficiente, implementar mejoras y un control efectivo.

Toda actividad investigativa y estadística, requiere por un lado de la implementación de métodos y procedimientos para recolectar, sistematizar y analizar diferentes tipos de datos. Sin embargo, también es requerido 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 (Jiménez, 2010). En términos de cobertura, cumplimiento, interpretabilidad, oportunidad, transmisión de datos y metadatos para abordar aspectos del marco de calidad sustentado en actividades estadísticas.

Al realizar una diagnosis sobre el conocimiento de la estadística y el uso de la tecnología en los participantes del programa. Se tuvo conocimiento, que los estudiantes de maestría consideran a la asignatura de estadística, como la más difícil, no recuerdan los conceptos fundamentales de la estadística, y no tienen experticia en el uso de tecnología para el tratamiento de datos; pues la mayoría de ellos no tiene formación matemática.

Para hacer frente al problema identificado, el objetivo de la investigación estuvo orientado a determinar la importancia que tiene para los estudiantes de posgrado la medición y análisis estadístico de los datos mediante el uso de herramientas tecnológicas. Se analiza el impacto de la implementación de la metodología Seis Sigma, etapas de medir y analizar, mediado por el *minitab* en el desarrollo de su pensamiento estadístico y competencias investigativas de los estudiantes de posgrado de la universidad de Huánuco.

2. Marco teórico

La estadística es la herramienta principal para el estudio de los datos y la producción de información, busca explicar relaciones entre el comportamiento de fenómenos y variables, de ocurrencia en forma aleatoria o condicional. Actualmente, es de uso generalizado en los procesos de investigación, gestión y búsqueda de calidad; a través de un proceso de razonar estadísticamente, utilizar recursos tecnológicos para el procesamiento de información, para una adecuada toma de decisiones.

Pensamiento estadístico

El pensamiento estadístico es importante y necesario para el desarrollo de una cultura estadística e investigativa, haciendo uso de los recursos que ofrece la tecnología para 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 prevista que en su estado de perfección se aproxime a Seis Sigma. Por ello, el gran reto actual es que las empresas u organizaciones logren profundizar el pensamiento estadístico, ya que eso le ayudará a conocer la realidad (con variación), pero también le permitirá dirigir más adecuadamente sus esfuerzos de mejora, sustentado en datos.

En la era del conocimiento y la información, es una necesidad, promover el pensamiento estadístico haciendo uso de los recursos que nos brinda la tecnología digital, siendo insoslayable el uso de software especializado como el *minitab* que nos ofrece una amplia gama de herramientas para el procesamiento de datos con fines diversos, poniendo más énfasis en el proceso de medición y análisis de la calidad de los productos y servicios sustentado en datos de la realidad a través de distintas herramientas que nos brinda la tecnología.

Metodología Seis Sigma

En la educación superior es fundamental la orientación de la teoría estadística al estudio de la gestión y la búsqueda de calidad de productos o servicios, más rápido y al costo más bajo, se usa la metodología Seis Sigma (Harry y Schoeder, 2000). Esta metodología, permite identificar el nivel o grado en que los productos o servicios satisfacen la necesidad del cliente, cuyos objetivos incluyen la reducción de tasas de defectos en la fabricación de productos y la eficacia en la dotación de servicios dentro de especificaciones previamente fijadas.

La metodología Seis Sigma es un modelo de gestión empresarial basado en la mejora de procesos, usando el conocimiento derivado del proceso estadístico de datos, con el fin de determinar las acciones necesaria para lograr una calidad del producto o servicio que como máximo genere 3.4 defectos por millón de oportunidades (Bahena y Reyes, 2006). Para alcanzar esta meta se requiere de un programa vigoroso de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización, en el que se desarrollan proyectos Seis Sigma en la organización con el objetivo de lograr mejoras, así como eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones (Gutiérrez y De la Vara, 2009). Llegando a excelentes niveles de producción y de servicios, a través de un proceso exhaustivo en las etapas de definición, medición, análisis, mejora y control. Este modelo, para el estudio estadístico, puede resumirse en cuatro fases básicas, Figura 1; ya que la etapa definir, consiste en un proceso de diagnosis, problematización y formulación de los objetivos del proyecto, susceptible de implantar sin herramientas estadísticas.

Las cuatro fases de la metodología Seis Sigma se centran en reducir la variación en los resultados de la producción de los productos o dotación de servicios, más que en probar o inspeccionar los productos o servicios una vez terminados. Siendo las dos etapas fundamentales: medir y analizar. La etapa *Medir*, está orientado al mejor entendimiento del proceso, validar métricas, verificar qué pueden medir bien y analizar; en la etapa

Medir se mide las Y's y plantear las mejoras obvias: recoger datos, validar sistema de medidas, medir nivel de partida, medir nivel de salida, cálculo de medidas descriptivas, cálculo de probabilidades, entre otras. Mientras que la etapa *Analizar* se identifican las fuentes de variación de las X's: variables críticas y variables vitales, se realizan cálculos numéricos, pruebas de hipótesis, análisis de regresión y varianza, entre otras.

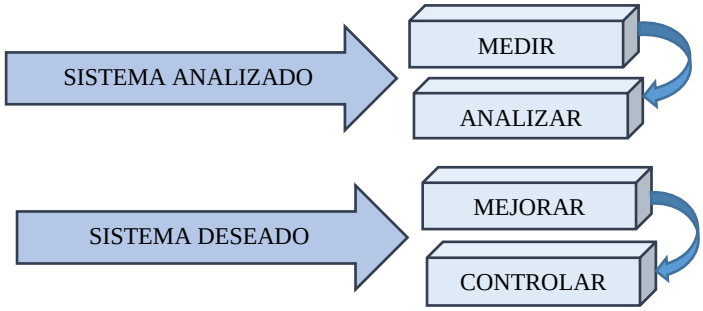

Figura 1. Fases operativas (para el trabajo con datos) de un proyecto Seis Sigma.

3. Método

El objetivo del estudio es determinar el impacto de la implementación de la metodología Seis Sigma usando el software *minitab* en el desarrollo del pensamiento estadístico y competencias investigativas en estudiantes de maestría en educación de la universidad de Huánuco.

Participantes

La experiencia se lleva cabo en los ambientes de la Universidad de Huánuco (Perú), durante el desarrollo de la asignatura de estadística aplicada a la investigación, con estudiantes del segundo ciclo de la maestría en educación, durante el primer semestre del año 2018. La muestra estuvo conformada por 25 estudiantes, seleccionados de manera intencional, con evaluación previa del conocimiento de los conceptos fundamentales de estadística (sustentado en trabajo con datos), conceptos fundamentales de investigación; reforzando la relación que existe entre la teoría estadística y el proceso de investigación.

Diseño

El diseño de investigación es de investigación-acción, expresado en tres etapas: *observar* (construir un bosquejo del problema y resolver datos), *pensar* (analizar e interpretar y *actuar* (resolver problemas en interpretar mejoras), las cuales se dan de manera cíclica, una y otra vez, hasta que el problema es resuelto, el cambio se logra o la mejora se introduce satisfactoriamente (Stringer, 1996). La investigación acción se desarrolla de manera práctica y participativa: la *práctica* estudia actividades grupales, indagación individual o en equipo, se centra en el desarrollo y aprendizaje de los participantes e implementar un plan de acción (resolver el problema e introducir la mejora para generar el cambio); mientras que la *participativa*, estudia los temas que constriñen la vida de las personas en un grupo, resalta la colaboración equitativa en todo el grupo, se enfoca en cambios para mejorar el nivel educativo y el desarrollo de los individuos, propicia la independencia de los participantes y del investigador (Creswell, 2005).

El estudio fue abordado con preponderancia de la metodología cualitativa, la misma que permitió describir con objetividad los distintos sucesos en el escenario del estudio de la estadística mediado por el software estadístico. Las actividades de aprendizaje se

realizaron dentro de un proceso sistémico, orientado al desarrollo del pensamiento estadístico, haciendo uso pertinente de los conceptos para la obtención e interpretación de los resultados a partir de los datos del contexto, que condujeron a los estudiantes al desarrollo de competencias para interpretar y analizar los resultados a partir del procesamiento de datos, actividades propios del proceso investigativo.

La actividad docente se desarrolla en la modalidad clase-taller, orientando, promoviendo y facilitando el desarrollo de actividades estadísticas del estudiante, a través de la dirección del trabajo interactivo en el laboratorio, activo y autónomo. Asimismo, tiene en cuenta los distintos ritmos y nivel de experticia en el manejo del software estadístico, potenciando en los participantes la motivación por el estudio de la estadística a partir de datos del contexto conexos al tema de tesis, el reconocimiento y valoración de ellas en la vida cotidiana, a través de la realización de tareas o situaciones-problema, con uso de sus conocimientos, destrezas, actitudes y valores.

La actividad del estudiante se sustenta en el trabajo interactivo con el ordenador, mediado por el *minitab*, favorece la resolución de problemas; motivándose para aprender en forma autónoma, desarrollando habilidades de buscar, observar, analizar, experimentar, comprobar y rehacer la información, realizar cálculos, consultas, comunicación e intercambio de información obtenidos de los datos con procedimientos estadísticos.

Instrumentos

El proceso de recolección de datos se realizó mediante la administración de tres instrumentos, diseñados y elaborados por el equipo investigador: lista de cotejo, cuestionario de evaluación y cuestionario de satisfacción.

La lista de cotejo estuvo encaminado al registro de información sobre las actividades de los sujetos de estudio. El propósito de la lista de cotejo fue evaluar los indicadores: nivel de motivación para el estudio, habilidad para el manejo de datos con el programa *minitab*, interpretación de los resultados obtenidos y el proceso de comunicación estadística. El proceso de observación se lleva a cabo durante el desarrollo de clases en el laboratorio de informática, a través de una hoja de registro, donde se consignan las dimensiones e indicadores de la observación, la misma que se lleva a cabo durante las actividades interactivas con el ordenador.

En la evaluación cognitiva, se administraron dos cuestionarios de 10 ítems para cada etapa, para la etapa medir: con ítems referidos a las medidas estadísticas descriptivas, construcción de diagramas, cálculo de probabilidades, capacidad de proceso, etc.; otra para la etapa analizar, con ítems referidos a análisis de regresión, correlación, prueba de hipótesis, análisis de varianza, entre otras; la escala de calificación fue la vigesimal (de 0 a 20); formulándose preguntas conceptuales, procedimentales e interpretativos; desarrollando ambas pruebas con ayuda del *minitab*.

El tercer instrumento utilizado fue un cuestionario de satisfacción, la misma que permitió recabar la opinión de los participantes sobre la conformidad o disconformidad de la estrategia didáctica implementada en el estudio de la estadística en la etapa medir y analizar de la metodología Seis Sigma.

Procedimiento

La primera etapa consistió tomar cómo muestra a los estudiantes de la maestría en educación, usuarios del recurso digital en el estudio de la estadística. Una vez

seleccionada la muestra con los estudiantes, se inició con la explicación de la importancia de la estadística para el procesamiento de datos.

La segunda etapa correspondió al diseño de los instrumentos de investigación para la recolección de datos e información: lista de cotejo, prueba cognitiva y cuestionario de satisfacción. Mientras que la tercera etapa consistió en la recolección de datos e información a través de las técnicas e instrumentos de colecta de datos, obteniéndose de los estudiantes información relevante para el proceso investigativo.

Finalmente, se hizo un estudio analítico-crítico de los resultados obtenidos, con la finalidad de realizar la redacción de las conclusiones de la investigación. El proceso de recolección de datos a través (de lista de cotejo, cuestionario de prueba y cuestionario de satisfacción), análisis de datos, obtención de los resultados y conclusiones de la investigación se lleva a cabo en el primer semestre del año académico 2018.

La secuencia de actividades se desarrolla durante cuatro sesiones de clase, de 90 minutos cada una. El desarrollo de las actividades estuvo nutrida de información teórica conceptual. Se muestra a continuación dos ejemplos de las actividades realizadas, con sus respectivos propósitos. Ambas actividades se realizaron mediados con el *minitab*, en forma interactiva.

Actividad 1: ***Fase de Medición*** consiste en identificar los requisitos clave de los clientes, identificar los procesos internos que influyen en las características críticas de la calidad (CTQ), definidos como tales por los clientes, y medir los defectos generados relativos a éstas. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y la capacidad del proceso para para su mejor comprensión, validar métricas, verificar qué puede medir bien y determinar situación actual. Entre las herramientas estadísticas de esta etapa, destacan: *el histograma, estadísticas descriptivas, gráfica de corridas, índice de capacidad y desempeño y distribuciones de probabilidad.*

Ejercicio 1. Cálculo de medidas estadísticas y de capacidad de proceso para la muestra para una prueba de aptitud matemática aplicado a 40 estudiantes con calificativos de cero a cien, que se resume en la tabla.

15	88	35	78	91	55	42	44	65	63
83	73	72	40	30	53	70	80	85	90
77	45	59	66	78	39	88	66	71	27
94	55	32	45	39	96	57	75	53	84

Solución. Los estudiantes ingresan los datos en el *minitab* en forma individual y ejecutan los comandos correspondientes para la etapa de medición. Escogen la gráfica que, a su criterio, mejor representa la situación, justifican su escogencia y exponen sus opiniones ante el docente, por ejemplo, accionando en *Resumen gráfico*, obtienen como resultado, lo que se muestra la Figura 3.

En esta actividad los estudiantes desarrollan su capacidad de medición de datos, rememoran los conceptos referido las medidas estadísticas, identifican los elementos básicos de los gráficos de histograma, gráfico de cajas y de intervalos de confianza. Asimismo identifican e interpretan las medidas estadísticas descriptivas, mostrando compromiso y un nivel de motivación alta por el estudio de la estadística; produciendo información estadística a partir de los resultados numéricos y gráficos obtenidos.

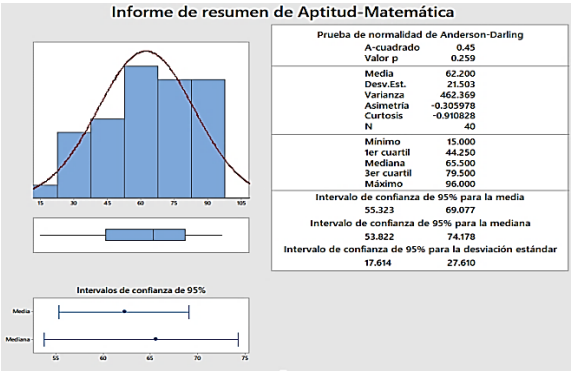

Figura 2. Principales estadísticos y gráficas para la variable aptitud matemática.

Actividad 2: ***Fase de análisis,*** se evalúa y analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o "pocos vitales" X que afectan a las variables de respuesta del proceso Y, para identificar fuentes de variación (las X), cómo se generan el problema y confirmar las X vitales con datos. Las herramientas estadísticas para el análisis destacan: *Diagrama de Ishikawa, análisis de regresión y correlación, estimación de intervalos de confianza, prueba de hipótesis y análisis de varianza.*

Ejercicio 2. Las ventas (en miles de Soles) y las ganancias (en miles de Soles) de 12 tiendas de rubro de ferretería al mes se resumen en el siguiente cuadro:

Ventas	55	18	22	63	51	44	20	15	28	48	33	58
Ganancias	5,5	4,2	2,5	70	6,2	4,5	3,3	2,7	4,7	8,4	6,6	8,5

Asumiendo como variable independiente ventas y variable dependiente ganancias, los participantes: a) Trazan el diagrama de dispersión, b) Calculan el coeficiente de correlación e interpretan, c) Interpretan y evalúan el coeficiente de determinación, d) determine la ecuación de regresión, e) Predicen ganancias para una cantidad de venta sugerida.

Solución

Se realiza el análisis de regresión: Ganancia vs. Ventas; La ecuación de regresión es: Ganancia = 1.729 + 0.09528 Ventas; Correlación: Ventas; Ganancia

Correlaciones: Correlación de Pearson 0.801, Valor $p = 0.002$

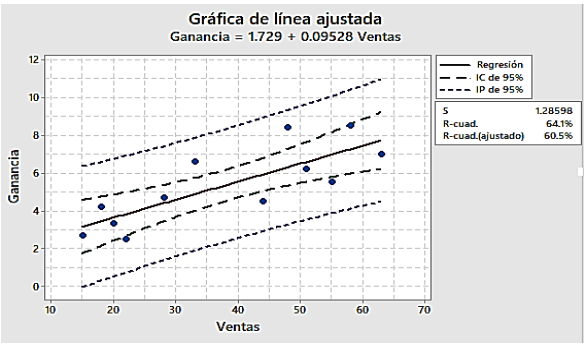

Figura 3. Gráfica de egresión para ventas vs ganancia.

A partir de los datos que se exhiben en la Figura 3, se analizan e interpretan el coeficiente de correlación de Pearson, la recta de regresión lineal, el coeficiente de determinación, los intervalos de confianza y el intervalo de predicción. Asimismo interpretan a nivel inferencial el valor de *p* calculado.

Ejercicio 3. Los calificativos obtenidos en dos grupos de estudiantes en la asignatura de estadística, se clasifican por género:
Mujer: 12, 15, 13, 17, 11, 16, 14, 12, 16, 10, 18, 15, 14, 16.
Varón: 13, 11, 10, 14, 16, 13, 17, 11, 15, 13, 14, 12, 16
¿Se puede afirmar que las mujeres y varones tienen promedios diferentes, un nivel de significancia de 4%?

Solución. Para resolver problema formulado, los estudiantes introducen los datos en la hoja de trabajo del *minitab*, escogen el estadístico de prueba (*t* de Student) de acuerdo número de datos de la muestra, identifican el grado de libertad, y aplicando los comandos correspondientes, en la ventana de respuestas del *minitab*, todos obtienen la información que se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Resultado de la prueba de hipótesis para la diferencia de medidas.

Estimación de la diferencia		Prueba			
	IC de 96% para la diferencia	Hipótesis nula			H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
		Hipótesis alterna			H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$
Diferencia		Valor t	gl	Valor p	
0.753	(-1.130; 2.635)	0.87	24	0.394	

En el análisis de la prueba de hipótesis, a través del valor *p* y el intervalo de confianza, realizan una serie de preguntas asociadas a los valores obtenidos con el *minitab*, obteniéndose distintas respuestas, correctas y erróneas, se permite la discusión a través de lluvia de ideas referido a la interpretación de los resultados. Los propósitos para esta actividad se centran en rechazar o no rechazar de la hipótesis nula, H_0: el promedio de las notas de los varones y mujeres no son diferentes.

Según el resultado de la prueba de hipótesis, la mayoría de los estudiantes deducen con facilidad que la hipótesis nula no es rechazada ($p = 0{,}394 > 0{,}04$), también teniendo en cuenta que el intervalo de confianza:]–1,130; 2,635[, como el intervalo contiene al 0, la hipótesis nula es aceptada; a partir de estos dos procedimientos, los participantes concluyen que el promedio de la calificación de las mujeres y los varones son aproximadamente iguales, con un nivel de confianza del 96%.

4. Resultados

Los resultados obtenidos de la lista de cotejo**,** referido a la realización de actividades de *medición* y *análisis* estadístico de los datos se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la aplicación de la lista de cotejo.

Indicadores	Satisfactorio	Aceptable	Deficiente	Total
Nivel de motivación	17 (68 %)	7 (28 %)	1 (4 %)	25
Manejo de datos	15 (60 %)	8 (32 %)	2 (8 %)	25
Interpretación de resultados	14 (56 %)	9 (36 %)	2 (8 %)	25
Proceso de comunicación	13 (52 %)	7 (28%)	5 (20%)	25
Total	59 (59%)	31 (31 %)	10 (10%)	100

El nivel de motivación de los participantes es satisfactorio en un 68%, y aceptable en un 28%; respecto al manejo de datos, el 60% llegan al nivel satisfactorio y el 32% al nivel aceptable; en la interpretación de los resultados el 56% se considera como satisfactorio y el 36% como aceptable; y, con respecto a la comunicación de resultados, el 59% lo realizan de manera satisfactoria y el 31% de manera aceptable. En resumen, en los

cuatro indicadores de observación el 90% se ubican entre satisfactorio o aceptable, y sólo el 10% puede ser catalogado como deficiente, estos resultados indican un alto impacto que tiene el uso del *minitab* en el proceso de medición y análisis de datos.
De la administración de una prueba cognitiva de la etapa de medición estadística y otra de la etapa de análisis se tuvo los resultados siguientes: En la etapa *Medir*, la media de las notas de los estudiantes de maestría fue 16,20, con un coeficiente de variación 7,97%, el cual indica un promedio alto y un aprendizaje homogéneo. En la etapa *Analizar* la media del grupo fue de 15,120, con coeficiente de variación de 11,66%, el cual indica un promedio aceptable y un aprendizaje relativamente homogéneo, pero inferior al obtenido en la etapa medir, tal como se muestra tabla 3.

Tabla 3. Medidas descriptivas de los aprendizajes por etapas.

Etapas	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Q1	Q3	Máximo	Rango
Medir	16.200	1.291	7.97	14.000	15.000	17.000	18.000	4.000
Analizar	15.120	1.764	11.66	12.000	13.500	17.000	17.000	5.000

La obtención de mejores resultados en las etapas de medir y analizar, de la prueba administrada, es debido a que en estas dos etapas se abordan temas de la estadística descriptiva y estadística inferencial que es familiar a 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.

Por otro lado, respecto al nivel de satisfacción de las actividades interactivas realizadas, el desarrollo de sus competencias estadísticas e investigativas, la importancia del software estadístico para el procesamiento de datos y producción de información en promedio más del 74% de los participantes se sienten muy satisfechos o satisfechos, en las dos etapas consideradas de la metodología Seis Sigma, mientras aproximadamente el 20% en promedio, manifiestan estar poco satisfechos; y, sólo un aproximado del 6% se sienten nada satisfecho con las actividades realizadas, Figura 4.

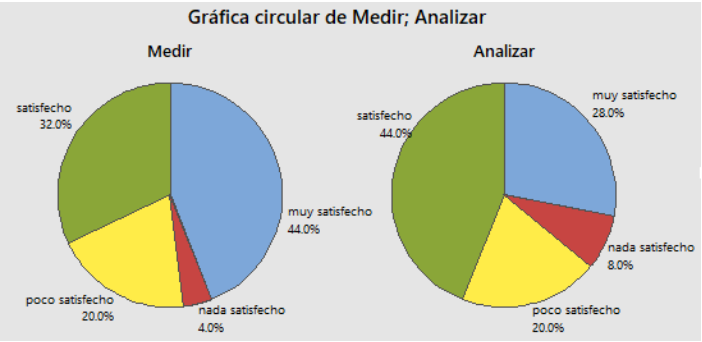

Figura 4. Nivel de satisfacción sobre las actividades en etapa de medición y análisis.

5. Conclusiones

Las etapas de medición y análisis de datos de la metodología Seis Sigma son fundamentales para emprender estudios referidos a la eficiencia de proceso en la búsqueda de la calidad a partir de actividades estadísticas sustentado en datos, posibilitando realizar un seguimiento progresivo de la apropiación de conceptos básicos de la estadística y su aplicación práctica por los estudiantes, a través de la resolución de problemas diversos.

El uso del software estadístico con fines educativos e investigativos, propicia un cambio de actitud de los estudiantes de maestría hacia la estadística, facilitando el desarrollo de su pensamiento estadístico y el logro de aprendizajes significativos de los tópicos tratados en clases, a través de la realización de actividades interactivas y dinámicas; propiciando motivación intrínseca para el aprendizaje de la teoría estadística para el procesamiento, análisis e interpretación de resultados, desarrollando de manera eficiente su competencia en el tratamiento de datos y producción de información.

Los resultados obtenidos evidencian que, el uso de la tecnología durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística, con los estudiantes de maestría influye significativamente en su motivación por el estudio, en el manejo de datos, interpretación de resultados y la comunicación estadística; también el aprendizaje de conceptos y procedimientos estadísticos; asimismo, muestran un nivel de satisfacción alta con la experiencia realizada. Pues, los participantes cambiaron la percepción que tenían sobre la estadística, valorando la utilidad que tiene para el procesamiento de datos.

Finalmente, a través del estudio se logró fortalecer el conocimiento de la estadística en los estudiantes de la maestría en educación, a partir de la resolución de problemas de medición y análisis de datos, mediado por el software *minitab*; la misma que repercute en el desarrollo de una cultura estadística, permitiendo reconocer y comprender el proceso investigativo en forma completa, así como utilizar la teoría estadística para resolver problemas, emitir conclusiones y planear investigaciones.

Referencias

Anderson, C. W. y Loynes, R. M. (1987). *The teaching of practical statistics*. New York: Wiley.

Bahena, M. y Reyes, P. (2006). *Curso de Seis Sigma.* Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.

Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística.* Granada: Universidad de Granada.

Creswell, J. W. (2005). *Educational research. Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. USA: Pearson.

Gutiérrez, H y De la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México D.F. McGrawHill Educación.

Harry, M. y Schoeder, R. (2000). *Six Sigma. The breaktrough Management Strategy*. México: Mc Graw Hill.

Hernández, R., Fernández, C. y Batista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc Gaw Hill.

Hitt, F. (2003). Una reflexión sobre la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología. *Boletín de la Asociación Matemática Venezolana*, *10*(2), 213-223.

Jiménez, M. (2010). *Competencias en matemática y estadística.* Santiago: INACP.

Ridgway, J., Nicholson, J. y McCusker, S. (2011). Developing statistical literacy in students and teachers. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics. challenges for teaching and teacher education*. New ICMI Study Series Volume 14 (pp. 311-322). New York: Springer.

Stringer, E.T. (1996). *Action research: a handbook for practitioners.* London: Sage.