

## Monitoreo y control del rendimiento de las dimensiones de calidad de un centro de atención del servicio en una institución de educación superior

Orianna M. Fontalvo<sup>(1)</sup>, Tomás J. Fontalvo<sup>(2)\*</sup> y Roberto Herrera<sup>(3)</sup>

(1) Facultad de Ingenierías, Programa Ingeniería Industrial, Univ. Del Norte, Barranquilla, Colombia.  
(correo-e: oriannaf@uninorte.edu.co).

(2) Programa de Administración Industrial, Univ. de Cartagena, Cartagena, Colombia.  
(correo-e: tfontalvoh@unicartagena.edu.co)

(3) Facultad de Ingenierías, Programa Ingeniería Industrial, Univ. Del Atlántico, Barranquilla. Colombia.  
(correo-e: robertoherrera@mail.uniatlantico.edu.co)

\* Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia.

*Recibido Oct. 17, 2019; Aceptado Dic. 26, 2019; Versión final Ene. 27, 2020, Publicado Jun. 2020*

---

### Resumen

En esta investigación se diseñó un método de control para el rendimiento de las dimensiones de calidad de un centro de atención del servicio en una institución de educación superior. Se apoyó en los planteamientos teóricos de calidad del servicio, Seis Sigma y carta de control multivariante T-cuadrado. Partiendo de la recepción total de las solicitudes presentadas en la unidad de prestación de servicios durante 11 periodos, se estructuró un método para integrar las dimensiones de calidad, contextualizando el cálculo del nivel de desempeño asociado con las métricas Seis Sigma. Las dimensiones de calidad con menor desempeño incluyeron: 1) Recepción y registro información oportuna y 2) Organización y respuesta pertinente. La dimensión Redacción y estructura del comunicado se mostro como una de las dimensiones de más alto rendimiento teniendo en cuenta el desempeño deseado de las variables. El método permitió establecer el límite de control estándar multivariante del servicio.

*Palabras clave: calidad del servicio; seis sigma; educación; carta t-cuadrado*

## Monitoring and control of the quality dimensions performance of a service center in a high education institution

### Abstract

A control method was designed for the quality dimensions performance of a service center in a higher education institution. This relied on theoretical approaches of quality service, Six Sigma, and T-square multivariate control chart. The method was designed to integrate quality dimensions by contextualizing performance level calculations associated with the Six Sigma metrics. This was performed using the total reception applications presented at the delivery service unit for 11 periods. The quality dimensions identified with lower performances included: 1) Receiving and recording timely information and 2) organization and relevant response. Drafting and structure of the statement dimension showed to have one of the highest performances based on the desired performance of the variables. The method allowed establishing the multivariate standard control limit of the service.

*Keywords: service quality; six sigma; education; t-square chart*

## INTRODUCCIÓN

Hoy las instituciones educativas juegan un rol importante en la sociedad, toda vez que se constituyen en uno de los entes de formación y transformación social más importante en cualquier contexto. Desde esta perspectiva los centros de atención del servicio en una institución educativa buscan satisfacer a los usuarios y el contexto en donde usualmente intervienen. Las nuevas realidades de estas instituciones hacen necesario el poder definir y medir las dimensiones de calidad de un centro de atención del servicio. sin embargo, los usuarios son cada día más exigentes, lo que requiere no solo poder definir y medir estas dimensiones de calidad del servicio desde diferentes perspectivas. Sino que también se requieren herramientas para el monitoreo durante todos los periodos en que se presta el servicio.

Del análisis anterior es importante poder responder en esta investigación los siguientes interrogantes ¿Cuál es la estructura y dimensiones de la calidad para medir el servicio? ¿Como evaluar el desempeño de dimensiones de calidad del centro de atención del servicio por medio de seis sigma? ¿Como monitorear el desempeño del rendimiento de las características de la calidad del servicio en la institución universitaria de educación superior? Considerando las preguntas problemas anteriores el objetivo general de ésta investigación es establecer un método que permita monitorear el desempeño del rendimiento de las dimensiones de calidad por medio de una carta de control multivariante que facilite establecer el comportamiento del desempeño deseado, así como también el desempeño mínimo esperado de las dimensiones de calidad del centro de atención de servicio en la institución de educación superior.

De los interrogantes generados en esta investigación, surgen los objetivos específicos de éste estudio: i) Establecer una estructura y identificar las dimensiones de calidad de un centro de atención del servicio ii) Evaluar el desempeño de las dimensiones de calidad de la institución de educación superior iii) proponer un método que permita monitorear el desempeño de las dimensiones de calidad apoyados en Seis Sigma y una carta de control multivariante T-cuadrado en una unidad de servicio en la institución de educación superior

### *Calidad en el servicio educativo*

Muchos son los modelos de calidad del servicio utilizados en la educación superior, dentro de este contexto es importante analizar cómo se implementan estándares de sistemas de gestión de la calidad en la educación superior con el fin de mejorar la Calidad en los servicios de forma sistémica e integral (Fontalvo y De la Hoz, 2018). Otros autores, han utilizado modelos de gestión para mejorar la docencia de manera integral (Llanos y Martínez, 2018). Diferentes investigadores han analizado como el enfoque de la calidad se ha contextualizado de las empresas de bienes y servicio a los servicios educativos, mostrando su utilidad y pertinencia (Tumino y Poitevin, 2014). Sin embargo, el ámbito educativo es cada vez más reconocido como un sector de servicios, y esto pone un mayor énfasis en satisfacer las expectativas y necesidades de los clientes (Boon, 2016).

Sin embargo, muchos son los enfoques relacionados con la mejora en instituciones de servicios algunos con enfoque de estandarización (Capaldo, Costantino y Pellegrino, 2017). Este enfoque busca modelar la organización de forma global y monitorear el desempeño también de manera integral. Diferentes investigadores (Javed y Ilyas, 2018) analizan la calidad en empresas de servicios con un enfoque multidimensional (empatía, capacidad de respuesta, tangibilidad, confiabilidad y seguridad) sobre las expectativas de los usuarios en una entidad de servicios. Lo que permite también tener una mirada integral de como perciben los clientes lo que se hace en la organización.

Por otro lado, otros estudios, han aplicado técnicas con el objetivo de evaluar y sintetizar la calidad del servicio (Yang, Zhang, An y Liu, 2010), donde aplican y proponen un método revisado basado en SERVQUAL para evaluar las percepciones de los clientes, con el objetivo de aumentar la participación en el número de usuarios al aumentar la calidad de este servicio. De la misma forma (Zhu y Huang, 2005) abordan esta temática mediante la discusión de los cambiantes conceptos de calidad en los sectores de servicios y la selección de las medidas e indicadores de calidad correctos durante el proceso de medición. Lo que a la postre permite evaluar la calidad con múltiples variables e indicadores.

### *Seis Sigma en el servicio*

La satisfacción del cliente y la competitividad están en el centro de atención para cualquier práctica de mejora de la calidad y medición del rendimiento (Shokri, 2013). La aplicación de la metodología de Seis Sigma ha permitido mejorar la evaluación de distintos sectores asociada a eficiencia, calidad, rendimiento, entre otros criterios que surgen como prerrequisito al momento de analizar cualquier contexto organizacional. Seis Sigma es una metodología que ayuda a reducir los costos debido a la prevención de defectos y a la mejora de los productos y procesos, que conducen a un aumento de la rentabilidad. (Surange, 2015). Otros investigadores

han utilizado la métrica sigma para analizar el desempeño de servicios en una institución de educación en Ecuador (Reyes, Fernández, Pérez y Urrutia, 2018)

Los investigadores (Cheng, Hsu y Huang, 2012) desarrollaron un método con el fin de reducir las quejas de los clientes, comprendiendo las expectativas de los clientes y mejorando la calidad del servicio por medio de los conceptos de Seis Sigma. Los investigadores (Klefsjö, Wiklund y Edgeman, 2001) cuando aplicaron Seis Sigma y el uso intensivo de las métricas estadísticas, con un enfoque de innovación tuvieron resultados significativos en términos de gerencia y mejoras organizacionales. Por otro lado, la investigación de diferentes autores (Bo, Wang y Zou, 2013) teniendo en cuenta las características de un sector, construyeron un modelo para medir la calidad de un servicio. Otros estudios (Fontalvo 2014) calcula indicadores similares para el sector del sector servicio, mostrando la importancia de estos.

#### *Carta de Control multivariante T-cuadrado*

Para el desarrollo del método propuesto, se utilizó la carta de control multivariante evaluada mediante la ecuación del estadístico T-cuadrado de Hotelling presentada en la ecuación 1, analizada por diferentes autores (Herrera, Rojas y Jiménez, 2019; Stefano y Hamza, 2009; Vargas, 2006; Vargas, 2003; Wilcox, 2001)

$$T - \text{cuadrado} = (x_i - \bar{x})^t S^{-1} (x_i - \bar{x}) \quad (1)$$

donde  $S$  es la matriz de varianza covarianza estándar de la información que se somete a monitoreo,  $\bar{x}$  el promedio de cada dimensión,  $x_i$  es la información recolectada en el periodo. El monitoreo del rendimiento o desempeño del servicio está limitado en su fase de control, por el límite de control presentado en la ecuación 2, presentada por (Herrera, 2018; Jackson, 1985)

$$lcs = \frac{gp}{(g - p + 1)} F_{\alpha, (p, g-p+1)} \quad (2)$$

$$F_{\alpha, (p, g-p+1)} \quad (3)$$

La ecuación (3) es el percentil de la distribución F de Fisher,  $p$  es el número de dimensiones,  $g$  es número de periodos, en meses. Lo anterior permitió proponer el método de para monitorear el desempeño del rendimiento de las dimensiones de calidad del centro de atención de servicio para la institución de educación superior. De igual manera (Guthrie et al, 2005) plantearon en su investigación el uso de cartas de control multivariante para medir múltiples indicadores de calidad, como el objeto de estudio de esta investigación.

## **METODOLOGÍA**

En este estudio investigativo se partió de una concepción racional para estructurar un método que garantice la articulación de las dimensiones de calidad del servicio y criterios de evaluación del desempeño del rendimiento asociado a las métricas de Seis Sigma, con lo que se pudo proponer cartas de control multivariante para evaluar el desempeño mínimo deseado y el desempeño deseado de las dimensiones de calidad del centro de atención del servicio de educación superior. Para esto, también se partió de la recopilación de la información requerida para medir las dimensiones de calidad que permitieron evaluar el desempeño del rendimiento de las dimensiones de calidad, con lo que a la postre se pudo valorar y monitorear el rendimiento por medio de una carta de control multivariante T-cuadrado en un periodo de un año. En esta investigación se partió de la información primaria recopilada en los 11 periodos del año 2018, asociada a las 5 dimensiones de calidad, con las cuales se calculó el rendimiento y posteriormente utilizadas por la institución de educación superior para la propuesta de la Carta de control T-cuadrado.

Con el análisis de la carta de control T-Cuadrado multivariante se pudo monitorear y analizar el desempeño mínimo esperado y el desempeño deseado de las 5 dimensiones de forma integral y continua para los 11 periodos del año. En la Figura 1 se muestra el esquema de las dimensiones a evaluar del centro de atención del servicio de la institución de educación superior. El centro de atención del servicio es la unidad que recibe diferentes solicitudes de atención, relacionados con todos los usuarios y en función de esto recepciona, asigna y responde dichas solicitudes a todos los grupos de interés de la universidad objeto de estudio. En lo que sigue, se presentan las dimensiones de calidad evaluadas a través de la métrica de seis sigmas, específicamente rendimiento. El objeto de análisis de este estudio, también se abordó desde una perspectiva cuantitativa para evaluar y monitorear el desempeño del rendimiento de las dimensiones de calidad en la unidad de atención de servicio de la institución de educación superior por medio de las métricas de Seis Sigmas y la carta de control T cuadrado.

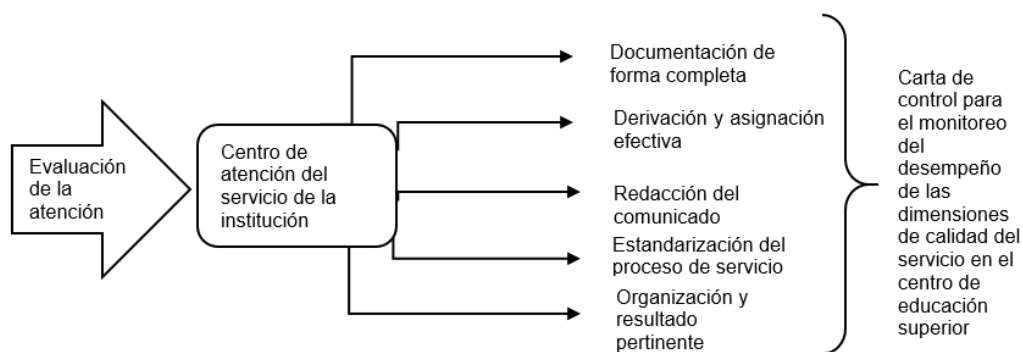


Fig. 1: Esquema de las dimensiones a evaluar del centro de atención documental de la institución de educación superior

Después de aplicar el método de evaluación y monitoreo de las dimensiones de calidad del servicio del centro de educación superior, esto permitió analizar y comprender el desempeño mínimo esperado y el desempeño esperado de las cinco dimensiones de calidad de la unidad de servicio en el centro de educación superior. Lo anterior permitió analizar de manera integral los resultados globales en 11 periodos de estudio, lo que facilitó analizar globalmente el desempeño de la unidad de servicio y proponer las recomendaciones asociadas a las mejoras esperadas. En la Figura 2, se presentan el Método para el Monitoreo y control del nivel de rendimiento de las dimensiones de calidad de un centro de atención del servicio

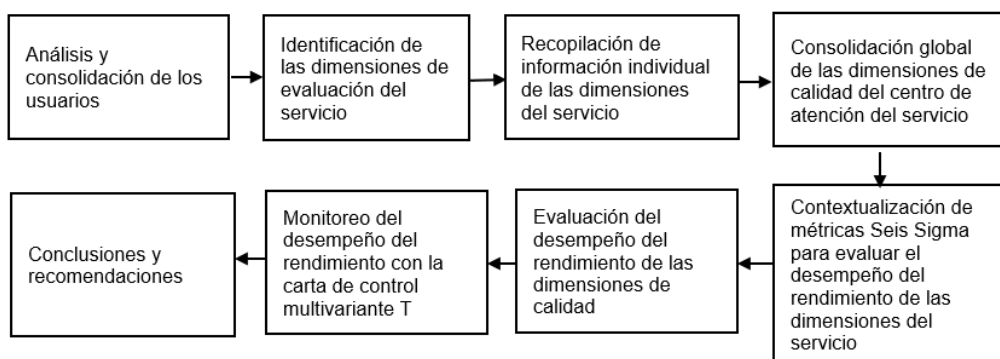


Fig. 2: Método de evaluación y análisis de la calidad del servicio

Para el desarrollo de esta investigación se tuvo como población todos los usuarios del centro de atención del servicio de la educación superior que radicaron sus solicitudes, durante los 11 periodos del 2018. Como fuentes primarias se utilizó, la información de todos los usuarios del centro de atención del servicio de la institución educativa durante el 2018. Para el análisis de la información se utilizó el software estadístico stat graphic, con lo que se pudo proponer la carta de control multivariante T-cuadrado para evaluar el desempeño del rendimiento de las dimensiones de calidad de la unidad de servicio en el centro de educación superior. La información utilizada para calcular el rendimiento asociada a la métrica Seis Sigma y la carta de control multivariante T-cuadrado se tomó por medio de la revisión documental, de las fuentes primarias asociadas con todos los servicios prestados en los 11 periodos de estudio y se presenta en la Tabla 1 y Tabla 2

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en la información recopilada asociada a medición de las dimensiones del servicio se calculó las métricas de rendimiento para los 11 periodos del año, Lo anterior permito la elaboración de la carta de control Multivariable T-cuadrado en todos los periodos de los años 2018. Para el cálculo de la ecuación (4) se tuvo en cuenta: U: Cantidad de servicios prestados; O: Oportunidad de error; n: número de servicio no aceptable; Y: Rendimiento de la dimensión de calidad. Constituyéndose esta última variable en la métrica sigma estandarizada y utilizada en esta investigación.

$$Y = \left(1 - \frac{n}{U x O}\right) \tag{4}$$

En la Tabla 3 se presentan los rendimientos asociados a las dimensiones de calidad del servicio durante 11 periodos, del centro de atención del servicio en una institución de educación superior los cuales se presentan en la Tabla 1.

Con el propósito de monitorear las variables del servicio en la institución de educación superior se utilizó una carta de control multivariable. Por la naturaleza del proceso se seleccionó la carta de control T-cuadrado de Hotelling, como se observa en la Figura 3, con lo cual se puede evaluar en cada periodo de manera multidimensional, el desempeño de la prestación del servicio considerando todas dimensiones del servicio, lo que a la postre permite tener una visión integral, global y continua de cómo se comporta el servicio en el periodo objeto de estudio. Es de resaltar la importancia de la carta de control multivariante T-cuadrado en donde las señales de alarma o los valores que están por encima de la línea implican para esta investigación una mejora en el desempeño de las dimensiones evaluadas, por la naturaleza de lo que se está monitoreando.

Tabla 1: Información asociada con las dimensiones de Calidad del servicio analizado

	O	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Documenta de forma completa	6	362	38	690	58	1161	84	2169	122	4652	297	4549	365
Derivación y asignación efectiva	5	58	9	151	10	157	10	307	104	493	13	439	0
Redacción del comunicado	3	95	10	172	22	242	10	583	17	989	28	998	22
Organización y resultado pertinente	4	155	20	452	33	487	17	1137	63	1945	89	1845	191
Estandarización del proceso de servicio	4	118	56	495	44	395	17	898	104	1551	183	1502	155

Tabla 2: Información asociada con las dimensiones de Calidad del servicio analizado

	O	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Documenta de forma completa	6	3328	572	2527	682	2629	587	2696	548	2743	484
Derivación y asignación efectiva	5	540	15	415	10	516	6	562	10	510	10
Redacción del comunicado	3	1001	16	655	23	667	11	675	3	677	1
Organización y resultado pertinente	4	1770	264	1221	474	1183	512	1322	374	1362	333
Estandarización del proceso de servicio	4	1282	91	761	45	718	30	769	50	761	24

Tabla 3: Cálculo del rendimiento de las dimensiones de calidad del servicio en el centro de atención

	Recepción y registro información oportuna	Derivación y asignación efectiva	Redacción y estructura del comunicado	Estandarización del proceso de servicio	Organización y respuesta pertinente
Enero	0,9841	0,9731	0,9682	0,9195	0,9714
febrero	0,9870	0,9875	0,9621	0,9795	0,9992
Marzo	0,9887	0,9880	0,9867	0,9896	0,9915
Abril	0,9911	0,9493	0,9905	0,9740	0,9868
Mayo	0,9899	0,9948	0,9908	0,9736	0,9890
Junio	0,9876	1,0000	0,9928	0,9766	0,9765
Julio	0,9755	0,9945	0,9947	0,9834	0,9675
Agosto	0,9645	0,9952	0,9886	0,9860	0,9300
Septiembre	0,9695	0,9977	0,9945	0,9899	0,9244
Octubre	0,9718	0,9965	0,9985	0,9847	0,9448
Noviembre	0,9750	0,9961	0,9995	0,9923	0,9508

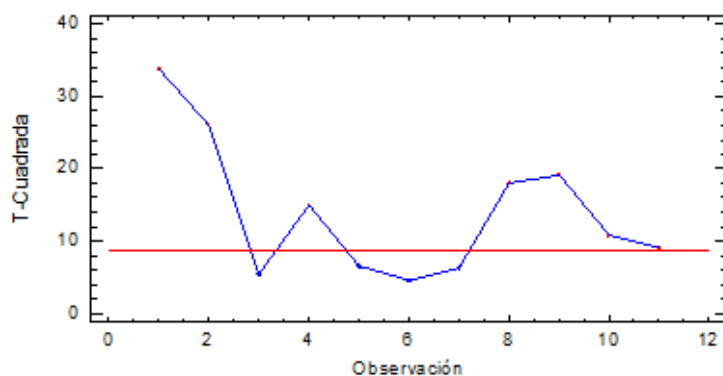


Fig. 3: Carta de control multivariante T-cuadrado

La Figura 3 muestra el desempeño grupal de todas las dimensiones de calidad evaluadas con las métricas de seis sigma Y rendimiento en los diferentes periodos objeto de estudio. De igual manera en Tabla 4 los resultados de la descomposición de T-Cuadrado muestran que la descomposición de la variabilidad total presente en el rendimiento obtenida en el servicio mediante una carta de control multivariante T-cuadrado; evidencian que las dimensiones redacción y estructura del comunicado, así como también la dimensión estandarización del proceso de servicio, presentan los valores de sumas de cuadrado más grandes, evidenciando de esta manera que son las dimensiones con el mejor desempeño en la prestación de servicio de la organización. De igual forma se puede observar que los valores paramétricos o límite de control estándar del gráfico T- promedio está en 9, para todos los periodos. Lo que se constituye en el punto de referencia para evaluar el desempeño de las dimensiones del servicio que se presentan en la Tabla 4

En la carta de control T-cuadrado en la Figura 3, se puede observar el mínimo esperado de calidad para las dimensiones objeto de esta investigación en el límite de control, ecuación (2). Además, muestra el desempeño del rendimiento en los 11 meses analizados en el período considerado en la investigación; se destacan los meses de marzo (periodo 3), mayo (periodo 5), junio (periodo 6), Julio (periodo 7), como los periodos de menor desempeño, esto implica revisar la evaluación puntual de las diferentes dimensiones en estos tres periodos, y tomar las acciones pertinentes para su mejora.

Tabla 4: Descomposición T-Cuadrado

Derivación y asignación efectiva	Estandarización del proceso de servicio	Organización y respuesta pertinente	Recepción y registro información oportuna	Redacción y estructura del comunicado
0,0057	17,1922	0,4808	0,8613	12,6809
0,2543	0,4402	1,0491	1,2322	17,6764
7,9582	0,1880	0,1264	2,1755	0,0979
0,0366	1,2735	0,7059	5,1037	0,6877
0,3454	4,2475	7,2941	0,0448	0,9662
0,2399	0,5314	0,0809	2,6399	4,7640
0,1104	1,7150	0,2948	0,8938	4,5236

Así mismo, una vez analizado la carta de control multivariante T- cuadrado, en su fase de control, muestra que las dimensiones que aumentaron el desempeño en su orden son: Redacción y estructura del comunicado y Estandarización del proceso de servicio en el periodo de tiempo registrado en la investigación. El comportamiento gráfico de la carta multivariada presentó en el periodo medio algunas dimensiones que mantuvieron su rendimiento, las cuales fueron la dimensión Recepción y registro de información oportuna.

Por otro lado, cuando se analiza el elipsoide de control multivariante 3D en la Figura 4, se puede analizar la relación existente entre las dimensiones de mejor desempeño; Redacción y estructura del comunicado, Derivación y asignación efectiva y Estandarización del proceso de servicio; este elipsoide muestra los puntos por fuera del contorno, en este caso estos puntos implica un estado de mejoramiento en la prestación del servicio. De análisis anterior, se puede inferir que la articulación de los conceptos de calidad del servicio, asociadas con la medición del rendimiento de estas dimensiones de calidad, integradas con la carta de control multivariable T-cuadrado. Permite tener una visión integral del desempeño del centro de atención de servicio en la institución de educación superior, Desde una perspectiva multidimensional asociadas con las dimensiones, pero adicionalmente permite monitorear en el tiempo su desempeño, lo cual da una perspectiva

n-dimensional de analizar el desempeño de la unidad de servicio, lo que es novedoso y se constituye en un aporte para evaluar los servicios desde múltiples perspectivas, con criterios estadísticos y cuantitativos.

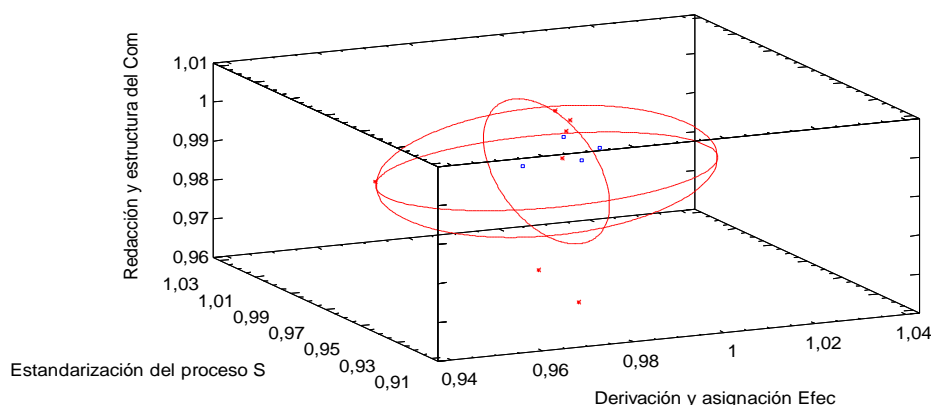


Fig. 4: Elipsoide de control multivariante 3D

De la Figura 3 se puede analizar que la evidencia empírica muestra, que existen causas atribuibles en los periodos 3, 5,6 y 7 lo que requiere su análisis para la toma de decisiones asociado a las dimensiones de Organización y respuesta pertinente y Recepción y registro de forma oportuna. Es importante señalar que otros investigadores han utilizado las cartas multivariante, en el sector de la producción, con el fin de establecer la variación natural y estándares de control de calidad para diferentes variables, mostrando la pertinencia y aplicabilidad para mejorar dichos procesos, (Ariza, Barreto, Herrera, 2019; Rogalewicz, 2012). Sin embargo, la evidencia empírica mostró también su relevancia en esta investigación en donde monitoreó y controló un servicio. La Figura 4, es decir el Elipsoide de control multivariante 3D, permite analizar de forma específica e integral a su vez las dimensiones de calidad de mejor desempeño, i) priorizando la asignación y derivación efectiva, ii) estandarización de procesos y iii) redacción y estructura del comunicado.

Como trabajo significativo este estudio generó al sector empresarial y académico un método estructurado que permite evaluar y monitorear el rendimiento de las dimensiones de calidad de una unidad de atención del servicio. Mostrando la viabilidad de articular los conceptos de dimensiones de calidad del servicio, métricas de Seis Sigmas, específicamente las métricas asociadas con el rendimiento de una variable y los gráficos de control multivariante T-cuadrado. Lo anterior es similar y complementario a otras investigaciones que evalúan el servicio por medio de métricas similares (Fontalvo et al., 2010; Fontalvo y Cardona, 2000)

Por tanto, de lo analizado en la Figura 3 y Figura 4, se observa que los resultados se constituyen en un aporte novedoso, especialmente para el sector de servicios, toda vez que se muestra la pertinencia la carta de control T- Cuadrado para analizar y monitorear las diferentes dimensiones de calidad propuestas, y la valoración del desempeño del rendimiento de manera periódica y global del servicio prestado en la institución de educación superior. Por otro lado, la evidencia empírica y el monitoreo realizado, considerando el límite de control estándar definido para el servicio analizado requiere un análisis de los periodos 3,5,6 y 7 y acciones concretas de mejora para las dimensiones de calidad Organización y respuesta pertinente y Recepción y registro información oportuna.

## CONCLUSIONES

De lo anterior, se pueden plantear las siguientes conclusiones principales:

- 1.- Que el modelo propuesto, es pertinente para monitorear las dimensiones de calidad de la empresa objeto de estudio de esta investigación, requiriéndose revisar las causas atribuibles para mejorar el proceso
- 2.-La evidencia empírica de la investigación muestra que la utilización del gráfico de control multivariante T-Cuadrado, es pertinente para monitorear las dimensiones de un un servicio . Y no solo procesos de producción como tradicionalmente se utilizan en diversas investigaciones
- 3.- Los resultados asociados a las causas atribuibles, en los periodos 3,5,6 y 7 requieren el seguimiento y planes de acción que contribuyan con la mejora especialmente Organización y respuesta pertinente y Recepción y registro de forma oportuna.

## REFERENCIAS

Ariza, A., Barreto R. y Herrera, R., *Application of robust multivariate control chart with Winsorized Mean: a case study*, <https://doi.org/10.1007/s40092-019-0319-5>, Journal of Industrial Engineering International, (2019)

- Bo, X., Wang Y. y Zou, J., *Implementation of Six Sigma to Service Quality Management in Auto After-Sale*, The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Berlin, Heidelberg (2013)
- Boon, T., Shukur, M., Ahmad F. y Ahmad, N., *Evaluation of Service Quality of Private Higher Education Using Service Improvement Matrix*, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.417>, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 224, 132-140 (2016)
- Capaldo, G., Costantino, N., Pellegrino, R., *The Effect of More Demanding Public Services Quality Standards on the Organization of Service Providers*, <https://doi.org/10.1080/01900692.2017.1295263>, International Journal of Public Administration, 40(10), 847-859 (2017)
- Cheng, KM., Hsu, CH. y Huang, CH., *A Study on the application of 6-Sigma on the enhancement of service quality of fitness club*, Quality & Quantity, 46(2), 705–713 (2012)
- Fontalvo, T., *Aplicación de análisis discriminante para evaluar la productividad como resultado de la certificación BASC en las empresas de la ciudad de Cartagena*, Contaduría y Administración, 59(1), 43-62 (2014)
- Fontalvo, T. y Cardona, D., *La cadena de suministro: un enfoque práctico para el diseño e implementación del modelo SCOR*, Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, (2000)
- Fontalvo, T. y De La Hoz, E., *Diseño e Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001: 2015 en una Universidad Colombiana*, Formación Universitaria, 11(1), 35-44 (2018)
- Fontalvo, T., De La Hoz, E y Cardona, D., *Diseño de un plan de mejoramiento para la cadena de suministro de la empresa Drolitoral SA, Aplicando el Modelo SCOR*, 6(1), 33-53,(2010)
- Guthrie, G., Love T., y otros 3 autores, *Compare and communicate: designing control charts to summarise efficiently data from multiple quality indicators*, Qual Saf Health Care, 14 (6), 450–454 (2005)
- Herrera, R., Hernández, K., Figueroa, E. y De La Ossa, J., *Application of multivariate statistical control to measure the process capability of compression springs in stainless steel*, Prospectiva, 16(2), 49-58 (2018)
- Herrera, R.J., Rojas, P.M. y Jiménez, K.P., *Cartas de control con variables convolucionadas*, I+D Revista de Investigaciones, 13 (1), 82-87 (2019)
- Jackson, J. E., *Multivariate Quality Control*, Communications in Statistics, 14, 2657-2688 (1985)
- Javed, S. y Ilyas, F., *Service quality and satisfaction in healthcare sector of Pakistan— the patients' expectations*, <https://doi.org/10.1108/IJHCQA-08-2016-0110>, International Journal of Health Care Quality Assurance, 31(6), 489-501 (2018)
- Klefsjö, B., Wiklund, H. y Edgeman, R., *Six sigma seen as a methodology for total quality management*, Measuring Business Excellence, 5(1), 31-35 (2001)
- Llanos, M. y Martínez, A., *Diseño e Implementación de un Modelo de Gestión en Docencia Universitaria: Caso Carreras de Ingeniería de la Universidad Arturo Prat, Chile*, Formación Universitaria, 11(6), 3-16 (2018)
- Reyes, E., Fernández, F. y otros dos autores, *Aplicación Sigma y Grupos Facebook: Evaluación de la Usabilidad y Aceptación Tecnológica por Estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato en Ecuador*, Formación Universitaria, 11(5), 65-74 (2018)
- Rogalewicz, M., *Some notes on multivariate statistical process control*, <https://doi.org/10.2478/v10270-012-0036-7>, Manag Prod Eng Rev, 4(1), 80–86 (2012)
- Shokri, A., *Six Sigma in Supply Chain*, Supply Chain Strategies, Issues and Models, 63-98 (2014)
- Stefatos, G. y Hamza, A., *Fault detection using robust multivariate control chart*, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.07.028>, Expert Systems with Applications: An International Journal, 36(3), 5888-5894 (2009)
- Surange, V., *Implementation of Six Sigma to Reduce Cost of Quality: A Case Study of Automobile Sector*, Journal of Failure Analysis and Prevention, 15(2), 282–294 (2015)
- Thompson, B., *Foundations of behavioral statistics: An insight-based approach*, The Guilford Press, New York, (2006)
- Tumino, M.C. y Poitevin, E.R., *Evaluación de la calidad de servicio universitario desde la percepción de estudiantes y docentes: caso de estudio*, REICE, Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 12(2), 63-84 (2014)
- Vargas, J.A., *Control Estadístico de Calidad*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, (2006)
- Vargas, J.A., *Robust estimation in multivariate control charts for individual observations*, <https://doi.org/10.1080/00224065.2003.11980234>, J. Quality Technology, 35(4), 367-376 (2003)
- Wilcox, R., *Fundamentals of modern statistical methods*. Springer, New YorkCross (2001)
- Yang, X., Zhang, D., An, J. y Liu, H., *Passengers perception based public transportation service quality evaluating methodology*, In 6th Advanced Forum on Transportation of China (AFTC 2010), Beijing, 155-160 (2010)
- Zhu, G. y Huang, J., *Defining and measuring quality in public areas*, in Proceedings of ICSSSM 2005 International Conference on Services Systems and Services Management, Chongqing, China, 1, 520-523 (2005)