

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



TESIS

“ANÁLISIS DE FACTORES CRÍTICOS QUE INTERVIENEN EN LA  
IMPLEMENTACIÓN EXITOSA DE PROYECTOS DE MEJORA EN INSTITUCIONES  
DE EDUCACIÓN SUPERIOR PÚBLICAS DE MÉXICO”

Para obtener el grado de  
MAESTRO EN INGENIERÍA

Presenta:

**CARLOS URIEL GASTELUM ACOSTA**

Director de tesis:

DR. JORGE LIMÓN ROMERO

Ensenada, Baja California

Agosto de 2017

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

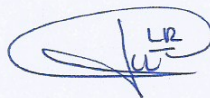
**“ANÁLISIS DE FACTORES CRÍTICOS QUE INTERVIENEN EN LA  
IMPLEMENTACIÓN EXITOSA DE PROYECTOS DE MEJORA EN  
INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR PÚBLICAS DE MÉXICO”**

**TESIS**

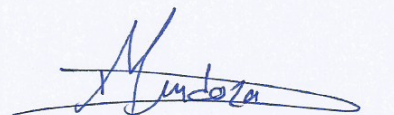
Que para obtener el grado de maestría en ingeniería presenta:

**Carlos Uriel Gastelum Acosta**

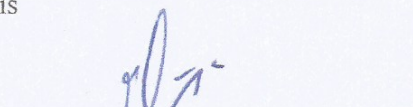
Aprobada por el siguiente comité:



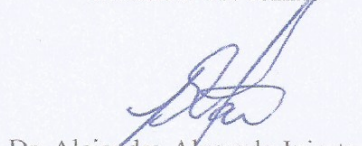
Dr. Jorge Limón Romero  
Director de tesis




Dr. Diego Alfredo Tlapa Mendoza  
Miembro del comité



Dr. Manuel Iván Rodríguez Borbón  
Miembro del comité



Dr. Alejandro Alvarado Iniesta  
Miembro del comité



Dra. Yolanda Angélica Báez López  
Miembro del comité

Ensenada, Baja California, México. Agosto, 2017.

**Resumen** de la tesis de **CARLOS URIEL GASTELUM ACOSTA** presentada como requisito para la obtención del grado de MAESTRO EN INGENIERÍA del programa de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería de la UABC. Ensenada Baja California, México, Agosto de 2017.

## **Análisis de factores críticos que intervienen en la implementación exitosa de proyectos de mejora en instituciones de educación superior públicas de México.**

Buscando mejorar la calidad de sus procesos, las Instituciones de Educación Superior (IES) en la actualidad trabajan utilizando diferentes metodologías, con el objetivo de lograr satisfacer los requerimientos o necesidades de los involucrados en sus procesos como lo son los estudiantes, maestros, administrativos, padres de familia y la sociedad en general. A pesar de estos esfuerzos en algunas ocasiones el aplicar metodologías de mejora de la calidad no se obtienen los resultados deseados por múltiples motivos.

En los últimos años, la metodología Seis Sigma (SS) se ha aplicado con grandes beneficios en las empresas de manufactura y más recientemente en las de servicio, los ahorros monetarios por la reducción de la variabilidad de los procesos, así como el incremento de la calidad de los productos son de los impactos más importantes que se observan, esta metodología basa su éxito al enfocar su estrategia en el cliente, siendo este, el factor más importante a considerar al aplicar estrategias de mejora.

En este trabajo se plantea analizar la situación de las IES mexicanas a través de un cuestionario dirigido a todo el personal que haya participado en proyectos de mejora en su institución, con la intención de identificar si algunos de los factores críticos para la implementación de la metodología SS son utilizados en sus proyectos de mejora y evaluar la posibilidad de incorporar SS a los sistemas de gestión de calidad ya adoptados por las instituciones educativas. Para lograr lo descrito anteriormente, primero se realiza una revisión de literatura de los factores críticos de éxito (FCE) de SS en el ambiente educativo a nivel mundial, después se analizan los factores a través de la técnica del meta-análisis (MA) para identificar cual ha sido su comportamiento en los últimos años, para así diseñar un cuestionario, generando los constructos basados en los factores críticos, y finalizar con el análisis de confiabilidad de la escala y validación del instrumento.

La estructura del presente documento es la siguiente: en la primera parte se describen los antecedentes del tema, el planteamiento del problemas y los objetivos que se pretenden

lograr, después se presenta un marco teórico donde se contextualiza la educación superior en México, los sistemas de gestión de la calidad, la metodología SS y los FCE. Posteriormente se presenta la metodología que se siguió y los resultados obtenidos destacando la validación de un cuestionario a través del análisis factorial. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, donde se enfatiza la situación actual de las universidades públicas de México sobre la realización de proyectos de mejora de la calidad.

Con la realización del presente estudio pudo verse que existen 11 FCE para el ambiente educativo a nivel mundial, los cuales fueron analizados en las IES públicas a través de un cuestionario validado, obteniendo resultados positivos puesto que se practican en su gran mayoría e implementan herramientas de calidad en la realización de proyectos de mejora, por otro lado se identificó que un 80% de las IES encuestadas tienen adoptado ISO 9001 como marco de referencia.

*Palabras claves: Educación superior, seis sigma, factores críticos de éxito, meta-análisis, diseño y validación de un cuestionario.*

*A mi madre*

*Guadalupe Acosta*

## Agradecimientos

A **Dios** por bendecirme con todo las grandes personas que pone en mi camino, por las grandes experiencias que me hacen ser una mejor persona cada día, por brindarme salud y darme fortaleza para nunca rendirme.

De Manera muy atenta le agradezco al **Dr. Jorge Limón Romero**, por brindarme la oportunidad, la orientación y los consejos para la conclusión de este trabajo y mi formación en la vida profesional.

Al **Dr. Diego Alfredo Tlapa Mendoza** por el apoyo brindado, por las sugerencias y por las excelentes clases que me brindo en mis estudios de maestría.

A la **Dra. Yolanda Angélica Báez López** por sus atinados consejos, por su apoyo y por siempre estar alentándome a seguir en mis estudios.

A todos los doctores del comité de tesis y a todos los profesores del programa MYDCI, por compartir parte de sus conocimientos, por ser parte fundamental de mi formación.

A mi madre **Guadalupe Acosta**, por ser la mejor mamá del mundo, por el apoyo incondicional que siempre he tenido, por demostrarme tu fortaleza en cada momento, gracias por estar a mi lado siempre, todos mis logros son para ti, gracias por ser mi mamá.

A mi hermano **Jesús Gerardo**, por tener el apoyo y ser el respaldo en todos los momentos que lo necesite.

A mi **familia**, les doy gracias por su compañía, consejos, apoyo incondicional y ser un ejemplo de lucha, de superación, de alegría y amor en mi vida.

A **Melissa Salgado**, por ser esa persona que necesito en mi vida, por siempre apoyarme en mis decisiones, por tu paciencia, por siempre motivarme a seguir adelante, por demostrar que si se puede salir adelante aun estando lejos, por siempre estar a mi lado, te amo.

Al **Mtro. Marco Antonio Maciel Monteon**, por el apoyo incondicional en mis estudios y por invitarme a realizar un posgrado.

Al **Dr. Juan Iván Nieto Hipólito** por el apoyo brindado para la realización del proyecto como Director de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño.

Al **Dr. Miguel Enrique Martínez Rosas**, coordinador de posgrado, por siempre estar disponible para todo trámite que fuera necesario.

A la Universidad Autónoma de Baja California y a la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño por todas las facilidades y poseer el posgrado de Ingeniería Industrial.

# Tabla de Contenido

|   |            |
|---|------------|
| <b>Resumen .....</b>  | <b>ii</b>  |
| <b>Agradecimientos .....</b>  | <b>v</b>   |
| <b>Tabla de Contenido .....</b>   | <b>vii</b> |
| <b>Lista de Figuras .....</b>   | <b>ix</b>  |
| <b>Lista de Tablas.....</b>   | <b>x</b>   |
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>1</b>   |
| 1.1 Introducción de la investigación .....  | 1          |
| 1.2 Antecedentes .....  | 2          |
| 1.3 Planteamiento del Problema .....  | 6          |
| 1.3.1 Preguntas de Investigación .....  | 7          |
| 1.3.2 Hipótesis .....   | 7          |
| 1.3.3 Objetivos .....   | 8          |
| 1.3.3.1 Objetivo General .....  | 8          |
| 1.3.3.2 Objetivos Específicos .....   | 8          |
| 1.3.4 Delimitación.....   | 9          |
| 1.3.5 Limitaciones .....  | 9          |
| 1.3.6 Justificación.....  | 10         |
| <b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>   | <b>12</b>  |
| 2.1 Educación Superior.....   | 12         |
| 2.1.1 Educación superior en México.....   | 12         |
| 2.2 Aseguramiento de la Calidad en IES .....  | 14         |
| 2.2.1 México en los sistemas de aseguramiento de calidad.....                         | 15         |
| 2.3 Metodologías Para el Aseguramiento de la Calidad en las IES.....                  | 17         |
| 2.3.1 Seis Sigma (SS).....  | 19         |
| 2.4 Factores críticos de éxito (FCE).....   | 21         |
| 2.5 Definición Conceptual de los FCE en el Sector Educativo .....                     | 23         |
| 2.5.1 Cambio cultural.....  | 24         |
| 2.5.2 Participación y compromiso de la dirección.....                                 | 24         |
| 2.5.3 Educación-entrenamiento para proyectos de mejora.....                           | 25         |
| 2.5.4 Vinculación con el cliente.....   | 25         |
| 2.5.5 Priorización y selección de proyectos.....                                      | 26         |
| 2.5.6 Vinculación de los proyectos de mejora con la estrategia de la institución..... | 27         |
| 2.5.7 Comunicación entre niveles.....   | 27         |
| 2.5.8 Selección de los miembros del equipo y trabajo en equipo.....                   | 27         |
| 2.5.9 Métricas de rendimiento claras.....   | 28         |
| 2.5.10 Vinculación con recursos humanos y sistemas de incentivos.....                 | 28         |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.5.11 Vinculación con los proveedores .....                     | 29        |
| 2.6 Meta-Análisis (MA) .....                                     | 29        |
| 2.6.1 Ejemplos de aplicaciones del MA .....                      | 30        |
| 2.7 Instrumento Para la Recolección de Datos: Cuestionario ..... | 31        |
| 2.7.1 Diseño del cuestionario .....                              | 31        |
| 2.7.2 Escala de medición en el cuestionario .....                | 33        |
| 2.7.3 Validación del cuestionario .....                          | 35        |
| 2.7.3.1 Análisis factorial .....                                 | 36        |
| 2.7.3.2 Validación de Constructo .....                           | 37        |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                             | <b>38</b> |
| 3.1 Materiales y Equipo .....                                    | 38        |
| 3.2 Determinación de los FCE .....                               | 40        |
| 3.3 Realización del MA .....                                     | 41        |
| 3.4 Diseño del Instrumento para la recolección de datos .....    | 42        |
| 3.5 Aplicación del Instrumento .....                             | 43        |
| 3.6 Validez del instrumento .....                                | 45        |
| <b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>                           | <b>48</b> |
| 4.1 Resultados de los FCE .....                                  | 48        |
| 4.2 Resultados del MA .....                                      | 49        |
| 4.3 Resultados del Diseño del Instrumento .....                  | 54        |
| 4.4 Resultados de la aplicación del instrumento .....            | 63        |
| 4.5 Resultados de la validez del instrumento .....               | 65        |
| 4.5.1 Resultados de la validez de constructo .....               | 78        |
| 4.6 Descripción de la población encuestada .....                 | 82        |
| 4.6.1 Resultados del cuestionario sobre los FCE .....            | 87        |
| <b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                   | <b>90</b> |
| 5.1 Conclusiones de la investigación .....                       | 90        |
| 5.1.1 Conclusiones del MA .....                                  | 90        |
| 5.1.2 Conclusiones de la Validación del Cuestionario .....       | 91        |
| 5.1.3 Conclusiones de la validación de constructo .....          | 92        |
| 5.2 Conclusiones sobre las hipótesis y los objetivos .....       | 92        |
| 5.2.1 Conclusiones de acuerdo a las hipótesis .....              | 93        |
| 5.2.2 Conclusiones de acuerdo con los objetivos .....            | 95        |
| 5.3 Conclusiones generales .....                                 | 95        |
| 5.4 Recomendaciones .....  | 96        |
| 5.4.1 Futuras líneas de investigación .....                      | 97        |
| <b>6. REFERENCIAS .....</b>                                      | <b>98</b> |

## Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Pasos para el diseño de un cuestionarios tomada de Malhotra (2008).....  | 32 |
| Figura 2: Pasos del diseño del cuestionario .....  | 33 |
| <i>Figura 3: Consejos regionales según ANUIES (2017).</i> .....  | 44 |
| <i>Figura 4: Número de artículos por año</i> .....   | 50 |
| <i>Figura 5: Gráfica del MA</i> .....  | 52 |
| <i>Figura 6: FCE que aumentaron sus menciones</i> .....  | 53 |
| <i>Figura 7: FCE que mantuvieron sus menciones</i> .....   | 54 |
| <i>Figura 8: Modelo de medición propuesto</i> .....  | 76 |
| <i>Figura 9: Porcentaje de respuestas por estado</i> .....   | 82 |
| <i>Figura 10: Puestos de las personas encuestadas en porcentaje.</i> .....   | 83 |
| <i>Figura 11: Antigüedad en el puesto de las personas encuestas en porcentaje</i> .....  | 83 |
| <i>Figura 12: Conocimiento por los encuestados de las estrategias de mejora en porcentaje</i><br>.....   | 84 |
| <i>Figura 13: Estrategia que se siguió en la realización del proyecto de mejora en porcentaje</i><br>.....   | 84 |
| <i>Figura 14: Porcentaje de Unidades Académicas con departamento de gestión de la<br/>calidad</i> .....  | 85 |
| <i>Figura 15: Porcentaje de unidades académicas que tienen programas educativos que<br/>cuenten con algún tipo de acreditación o certificación</i> ..... | 85 |
| <i>Figura 16: Organismos en los cuales los programas educativos están acreditados en<br/>porcentaje</i> .....  | 86 |
| <i>Figura 17: Herramientas más utilizadas en la realización de proyectos de mejora.</i> .....  | 87 |

## Lista de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Criterios de inclusión y exclusión .....  | 48 |
| Tabla 2: Presencia y Ausencia de los FCE en los dos periodos .....   | 50 |
| Tabla 3: Odds ratio para cada uno de los FCE .....   | 51 |
| Tabla 4: Indicadores de los diferentes constructos .....   | 56 |
| Tabla 5: Indicadores de los constructos con sus respectivos ítems.....   | 57 |
| Tabla 6: Escala Likert utilizada en el cuestionario.....   | 63 |
| Tabla 7: Número de unidades académicas por estado de la región Noroeste.....   | 63 |
| Tabla 8: Distancia de mahalanobis obtenida.....  | 65 |
| Tabla 9: Sesgo y Curtosis para cada una de las variables. ....   | 66 |
| Tabla 10: KMO y esfericidad de Bartlett obtenidos .....  | 69 |
| Tabla 11: Guía para identificar cargas factoriales significativas de acuerdo al tamaño de muestra, tomada de (Hair, 2010)..... | 69 |
| Tabla 12: AFE con 9 Constructos y 49 Variables .....   | 70 |
| Tabla 13: Varianza total explicada del AFE.....  | 72 |
| Tabla 14: Índices de ajuste de modelo .....  | 73 |
| Tabla 15: Prueba Chi cuadrado normalizada obtenida del modelo .....  | 77 |
| Tabla 16: TLI y CFI obtenidos .....  | 77 |
| Tabla 17: RMSEA obtenido .....   | 77 |
| Tabla 18: Pesos de regresión estandarizados del modelo de medición .....   | 78 |
| Tabla 19: Varianza media extraída para cada constructo .....   | 79 |
| Tabla 20: Valor de alfa de Cronbach para cada constructo del instrumento.....  | 80 |
| Tabla 21: Correlaciones entre constructos .....  | 81 |
| Tabla 22: Estadística descriptiva de los FCE .....   | 88 |
| Tabla 23: Resumen de los índices de ajuste del modelo de medición.....   | 92 |

# 1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se abordará brevemente la metodología SS desde sus definiciones más ampliamente aceptadas y sus fundamentos teóricos; así como su aplicación en proyectos desarrollados en IES citados en la literatura. Por otra parte en este capítulo también se mostrará el planteamiento del problema abordado, desde las preguntas de investigación, las hipótesis planteadas, los objetivos que se buscan cumplir y la justificación del proyecto.

## 1.1 Introducción de la investigación

Las IES están comprometidas con ofrecer servicios de calidad tanto administrativos como de enseñanza, para tener una buena posición ante la sociedad en general, por lo que a lo largo de la historia han trabajado con diferentes metodologías de mejora de la calidad.

En la actualidad las IES Públicas de México a diario trabajan con sistemas de gestión de la calidad, buscan las acreditaciones por organismos externos y las certificaciones en ISO en la gran mayoría, esto lo realizan para que los servicios y la educación que presta la universidad sean de calidad. En algunos casos el personal que está comprometido con la mejora continua implementa proyectos de mejora en procesos que identificaron con deficiencias, sin seguir algún marco de referencia en específico, lo que no garantiza tener los beneficios deseados.

Por lo que se afronta la necesidad de hacer un análisis de la realización de proyectos de mejora en las IES de México y el cumplimiento de los FCE, para proponer si una metodología como SS puede dar un apoyo en los sistemas de gestión ya adoptado, y así aumentar la probabilidad de que los beneficios obtenidos tengan un impacto positivo en las instituciones, también, que los recursos asignados para mejorar la calidad sean aprovechados de una manera eficiente. Esta investigación se hace a través de una revisión sistemática de literatura para obtener los FCE en el sector de educativo de la metodología SS, además se desarrolló un instrumento con el objetivo de recolectar información sobre las IES y poder concluir si lo propuesto anteriormente puede ser una realidad y tener grandes beneficios.

## 1.2 Antecedentes

En la revisión de literatura realizada en las bases de datos de revistas científicas sobre la implementación de proyectos de mejora bajo la estructura de SS en el ambiente educativo destacan algunos casos de aplicación descritos a continuación, así también algunos artículos que mencionan FCE para llevar cabo una buena implementación de SS en las IES.

Un caso de aplicación es el realizado en la biblioteca de la universidad de Newcastle en Reino Unido reportado por Kumi y Morrow (2006). El proyecto se centró en mejorar el uso y la confiabilidad del auto-entrega que presta la institución en la biblioteca. Los autores documentan que el hacerlo bajo el esquema que proporciona SS les ayudo en centrar la atención en lo que el problema era en lugar de suposiciones sobre lo que el problema podría ser. De esta manera, el tiempo y los recursos estaban destinados a corregir lo que realmente estaba equivocado en lugar de ser utilizados al azar. En términos de aumento de uso, las conclusiones extraídas del proyecto de Newcastle fueron:

- Reducir el número de empleados en el mostrador de entregas;
- Mover las unidades de auto-entrega a ubicaciones más apropiadas;
- Aumentar el número de usuarios que podrían utilizar el auto-entrega
- Ampliación de los periodos de entrenamiento de los usuarios durante todo el año para que los usuarios utilicen el sistema; y
- Asegúrese de abastecer tanto como sea posible, de esta manera mediante la fijación de códigos de barras defectuosos y permitir que los CD-ROM sean auto-entregados.

El siguiente caso de aplicación es de la Universidad de Arizona, donde se mejoró el préstamo entre bibliotecas a través de la aplicación de un enfoque SS DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).

Según lo reportado por Voyles et al. (2008) a medida que las bibliotecas continúan evaluando las necesidades de servicio de sus clientes, es fundamental que consideren cómo se puede desarrollar el acceso y la prestación de servicios para apoyar las necesidades cambiantes de los clientes. Un análisis basado en datos de los procesos actuales, identificación de desfases en las expectativas de servicio y entrega real, un

enfoque de equipo para descubrir y diseñar mejoras de procesos pueden asegurar que las bibliotecas "sepan lo que están haciendo". Fue cuando se decidió hacer una aplicación de un enfoque SS DMAIC para mejorar el proceso de préstamo de artículos diarios interbibliotecario, que incluye la obtención de retroalimentación de los clientes y la aplicación de soluciones, ha demostrado ser beneficioso para los clientes de la Biblioteca de la Universidad de Arizona. Obteniendo los siguientes beneficios:

- Cambios en la plantilla para el turno vespertino y fines de semana sin aumentar el personal de préstamo interbibliotecario,
- Implementar soluciones tecnológicas y compartir los cambios necesarios en el nivel de los consorcios para mejorar la tasa de cumplimiento y el tiempo de respuesta para el préstamo interbibliotecario
- Cien por ciento de los artículos de préstamo interbibliotecario se entregan ahora electrónicamente a los escritorios de los clientes,
- El tiempo de respuesta para entrega de artículos se ha reducido al 70% de las solicitudes de artículos llenadas y entregadas en tres días o menos.

Kim (2010) describe en su artículo la implementación que realizaron de SS en la Biblioteca Universitaria de Sungkyunkwan, ellos en su aplicación selecciona tareas de mejora de acuerdo al plazo que tienen. Aquellas tareas que son estratégicamente urgentes, son las tareas BB (cinturón negro), y las tareas pendientes son las tareas GB (cinturón verde). El personal prioriza varios problemas y selecciona las tareas de acuerdo con las visiones y metas de la biblioteca anualmente. La biblioteca ha llevado a cabo tareas tales como mejorar la satisfacción del cliente en los puntos de contacto de servicio, incrementar las tarifas de uso de la sala de lectura y desarrollar un modelo de servicio para activar el campus académico.

En el estudio realizado se puntualiza que se introdujo SS en la biblioteca en congruencia con los objetivos de gestión de la universidad, hasta el momento de su publicación tenían oficina para el equipo SS en la biblioteca pero si contaban con dos BB y tres GB los cuales se encargan de ejecutar los proyectos Seis Sigma, han completado los siguientes proyectos: "reducir el espacio para el almacenamiento de información y las tasas de artículos que no se prestan" y "construir un modelo para las obras de los bibliotecarios". Aquellos que poseen la calificación de Cinturón también han identificado CTQ (Crítico a la calidad) basado en quejas de usuarios y procesos no razonables, y evaluaron los datos científicamente después de la finalización de los proyectos que se llevaron a cabo para

crear índices de calidad. Entre los aspectos positivos de SS identificados incluyen convertir el conocimiento subjetivo en un formato formal, haciendo que el método de trabajo sea científico, y el aumento de la capacidad del proceso. En general, parece que las ventajas de SS, como el análisis objetivo y la gestión científica de los procesos de trabajo, han producido resultados positivos.

Por último se presenta un caso diferente reportado por Oko y Kang (2015) en un Instituto Nigeriano de Educación Superior donde se revela que el proceso admisión es inadecuado, acompañado de muchos ingredientes de desperdicios en el proceso. Es por esta y otras razones que se decidió investigar este proceso con el fin de ofrecer soluciones mediante un método mejorado que elimine los residuos, creando valor para los clientes y satisfacción de estos.

El enfoque propuesto fue el de la metodología Lean Six Sigma, donde se siguió la estructura del DMAIC, en general se definió el problema que ya se tenía identificado, obtuvieron datos a través de una encuesta en la población que sería afectada por el proyectos así también se calculó el “takt time” a través del número de horas trabajadas diarias y el número de formas para inscripción que se realizaban por día, en la fase de analizar encontraron que los métodos de comunicación y entrega de información a las diversas oficinas fueron muy pobres, el estudio también demuestra que los solicitantes tardan más tiempo en completar sus formularios y presentarlos. En definitiva, la opinión general es que el medio electrónico debe utilizarse para el procesamiento de las admisiones, la colocación de anuncios de admisión y la colocación de los resultados de admisión a los candidatos a fin de reducir la incidencia de desperdicios en el proceso, se propusieron alrededor de 6 mejorad donde destacan que las aplicaciones deben de ser en línea y calendarizadas. Las mejoras que obtuvieron fueron las siguientes

- Reducción del tiempo de clico en 36.4%
- El tiempo de espera redujo en un 11.3%
- Tiempo de utilización se mejora un 40%
- El re trabajo se eliminó completamente
- El tiempo ocioso se redujo a 0
- Eficiencia del ciclo del proceso se mejoró un 33%

Se concluye que el trabajo ha sido un desafío que da una idea de la viabilidad de las aplicaciones de “Lean Six Sigma” en las administraciones y la gestión de las instituciones

educativas, después de la aplicación se realizó pruebas y muestran una alta mejora en los procesos.

Existen algunos trabajos científicos que han abordado los FCE de SS en el ambiente educativos los cuales se explican a continuación.

Kim (2010) realizó una investigación para determinar FCE de SS, en esta investigación elaboró un cuestionario para determinar los factores de éxito de SS, en base a los factores identificados en las entrevistas. Se realizó una encuesta para confirmar una vez más si los factores de éxito extraídos del estudio cualitativo consistían en las opiniones generales de los empleados de la biblioteca de la Universidad Sungkyunkwan. El cuestionario se distribuyó durante un período de dos semanas a un total de 20 bibliotecarios que trabajan para la Biblioteca, de dicha investigación el autor concluyó que sus resultados eran factores críticos para la adopción de SS y son los siguientes.

- Establecer alternativas y políticas para el entrenamiento actual
- Entendimiento correcto de SS
- Reforzar la capacidad para la aplicación
- Nivel de Interés
- Procesamiento suave
- Objetivo cualitativo
- Preparación de la infraestructura

Finalmente uno de los trabajos más importantes encontrado en la literatura es el realizado por Antony et al. (2012) ya que aborda los FCE para la introducción y desarrollo de la metodología “Lean Six Sigma” en las IES, en su revisión estos autores presenta los siguientes factores como los más importantes.

- Apoyo y compromiso autoritario por la alta dirección
- Comunicación efectiva en todos los niveles vertical y horizontalmente
- Liderazgo estratégico y visionario
- Desarrollo de la preparación organizacional
- Recursos y habilidades para facilitar la implementación
- Selección y priorización de proyectos
- Cultura organizacional

Por lo expuesto anteriormente, se demuestra que si existe la posibilidad de implementar SS en las universidades y por ello se analizará puntualmente las IES de la zona noroeste de México para conocer su situación con respecto a la realización de los proyectos de mejora en la actualidad e identificar si cumplen con algunos de los FCE para facilitar la adopción de SS.

### **1.3 Planteamiento del Problema**

En la búsqueda de mejorar los procesos que presenta una universidad, estas han adoptado exitosamente diversos sistemas de calidad como marco referencia para logara entrar a un ciclo de mejor continua y lograr la excelencia deseada. La Norma ISO 9001 ha sido una de las más adoptada por el sector educativo para sus sistemas de gestión de la calidad con la que han obtenido algunos beneficios.

En el presente trabajo se analizará la situación de las universidades públicas referente a la realización de proyectos de mejora a través de un cuestionario, se identificará que metodologías de mejora de calidad han adoptado, que herramientas de calidad han utilizado, que beneficios se han obtenido y principalmente caracterizar a las universidad sobre la realización de proyectos de mejora a través de ciertos FCE.

La aportación que se tiene con este trabajo es contar con un cuestionario validado de los FCE de SS dirigido a las IES, además de caracterizar a las universidades públicas de México y concluir si cumplen con los requisitos y tienen las bases para poder implementar SS como una metodología para realizar cualquier proyecto de mejora dentro de sus procesos; el que una institución educativa adopte esta metodología sería de gran apoyo a su sistema de gestión de calidad ya que se le dará una estructura a la realización de proyectos a través del DMAIC además que el impacto sea mayor en los beneficios que se obtengan para todas las personas involucradas en los procesos educativos, como los estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicios, padres de familias, empleadores y la sociedad en general.

### 1.3.1 Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son los FCE más importantes que aumenten la probabilidad de éxito de la implementación de proyectos de mejora en IES?
- ¿Cómo se han comportado en los últimos años los FCE más importantes para la implementación de proyectos de mejora en IES?
- ¿Cuál es la herramienta adecuada para evaluar los ítems que se debe asociar a cada uno de los FCE?
- ¿Cómo tipo de correlación existirá entre los constructos definidos en la encuesta?
- ¿Cuál es la situación actual de los FCE para la implementación de proyectos de mejora en las IES públicas de la zona noroeste de México?
- ¿Cuáles son las herramientas más utilizadas actualmente para la realización de proyectos de mejora en las IES públicas de la zona noroeste de México?

### 1.3.2 Hipótesis

1. Los FCE más importantes para la implementación de proyectos de mejora en IES son: *Cambio Cultural, Participación y Compromiso de la Dirección, Entrenamiento-Educación, Vinculación con el cliente, Priorización y Selección de Proyectos, Vinculación de los proyectos de mejora con la estrategia de la institución, Comunicación entre Niveles, Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo, Métricas de Rendimiento Claras, Vinculación con Recursos Humanos y Vinculación con los proveedores.*
2. Los FCE para la implementación de proyectos de mejora en IES que han aumentado sus menciones son: *Participación y Compromiso de la Dirección, La vinculación de Seis Sigma para la estrategia de la Institución, Vinculación Seis Sigma para Proveedores, Comunicación Entre Niveles y Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo.*
3. Los FCE para la implementación de proyectos de mejora en IES que han mantenido sus menciones en los últimos años son: *Cambio Cultural, Vinculación de Seis Sigma para el Cliente, Métricas de Rendimiento Claras, Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos y Sistemas de Incentivos, Priorización y Selección de Proyectos y Educación-Entrenamiento.*

4. El análisis factorial es la herramienta adecuada para evaluar los ítems que se debe asociar a cada uno de los FCE.
5. Las correlaciones entre los constructos serán positivas, debido a que los factores propuestos miden aspectos positivos a considerar en la implementación de proyectos de mejora.
6. Las IES públicas de la zona noroeste de México cumplen con la mayoría de los FCE en la realización de proyectos de mejora.
7. Las herramientas para la mejora de la calidad que las IES de la zona noroeste de México más implementan al realizar proyectos de mejora son: *las hojas de verificación, los diagramas de flujo, el Análisis Causa- Efecto, la técnica de tormenta de ideas, el análisis de Pareto, los histogramas, el análisis de causa raíz y el mapeo de procesos.*

### **1.3.3 Objetivos**

#### ***1.3.3.1 Objetivo General***

Identificar y analizar los factores críticos que intervienen en la implementación exitosa de proyectos de mejora de calidad en las IES públicas de la zona noroeste de México.

#### ***1.3.3.2 Objetivos Específicos***

- Determinar cuáles son los factores más importantes que aumenten la probabilidad de éxito de la implementación de proyectos de mejora en IES.
- Encontrar el comportamiento en los últimos años los FCE más importantes para la implementación de proyectos de mejora en IES.
- Diseñar un cuestionario para la recolección de datos en las IES.
- Validar el cuestionario para la recolección de datos en las IES.
- Analizar la situación referente a proyectos de mejora en las IES de la zona noroeste de México.
- Determinar las herramientas más utilizadas por las IES públicas en la actualidad.

### **1.3.4 Delimitación**

La presente investigación es acerca de los FCE en la realización de proyectos de mejora en las IES, se delimita a la información disponible en las bases de datos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) la cual está suscrita a recursos bibliográficos digitales de información científica y tecnológica, a través del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Se debe agregar que este estudio se realizó en la zona noroeste de México, división que por operatividad realiza la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) en México; zona que abarca los estados de Chihuahua, Baja California, Sonora, Sinaloa y Baja California Sur; la UABC pertenece a esta zona geográfica, lo que facilitó la obtención de la información y visitas a las instituciones educativas.

### **1.3.5 Limitaciones**

En cuanto a las limitaciones de la investigación, se tiene que el sujeto de estudio debe estar interesado en el tema para poder que aporte información, de manera que al realizar la investigación se puede tener los siguientes inconvenientes en las personas a encuestar:

- Muchas personas se sienten incómodas en utilizar herramientas y técnicas que provienen del área industrial en el área de servicios
- Los procesos educativos funcionan en conjunto es decir dependen uno de otros, y en ocasión en la industria se resuelven aisladamente.
- La cultura en las IES sería un desafío en la introducción de metodologías como SS.
- Dificultad en identificar los tipos de clientes principales.
- Falta de comunicación entre los diferentes niveles en las IES
- Falta de concordancia entre los proyectos de mejora continua y los objetivos de las IES.

### **1.3.6 Justificación**

Es evidente que las IES públicas de México se enfrentan a las restricciones económicas del país; dichas restricciones involucran costos cada vez más elevados y los presupuestos asignados por los organismos de los gobiernos estatales y federales apenas son suficientes para cubrir las necesidades del gasto operativo anual, del mismo modo la calidad en el servicio de algunos procesos que presenta una universidad no es el adecuado para los dependientes de estos, por lo que es necesario la incorporación de nuevas herramientas para mejorar la eficiencia y eficacia de todos los procesos que una universidad puede tener.

El desafío de las IES es dirigir esfuerzos para fortalecer sus estructuras administrativas con sistemas de aseguramiento de la calidad, con el objetivo de ser productivos y eficientes en el aprovechamiento de los recursos limitados y así lograr reducir el desperdicio para reasignar recursos sobre las áreas prioritarias que determinen las instituciones educativas en sus planes de desarrollo y lograr tener procesos que presenten un servicio de calidad para todos los involucrados.

Es donde surge la necesidad de ver si una metodología de mejora de calidad como lo es SS puede ser adoptada por las universidades como un apoyo a los sistemas de gestión de calidad, para proponer una estructura que sirva de referencia a todos los proyectos de mejora que una institución decida emprender en la búsqueda de distintos beneficios entre los que pudieran encontrarse: ahorros financieros, mejoras en los índices de rendimiento escolar, mejora en la infraestructura, mayor posicionamiento de la institución educativa y por supuesto un incremento en el nivel de calidad de los servicios y procesos que tiene la universidad, entre otros.

Por lo antes dicho, se desarrolló una investigación para analizar la situación de implementación de proyectos de mejora de calidad en las IES públicas de México, con el fin de identificar la situación de las universidades mexicanas referente a los FCE de SS y ver la posibilidad que la adopten esta metodología como un marco de referencia en sus proyectos que se realicen en un futuro, para aumentar los beneficios que puedan obtener. Actualmente no se ha encontrado ninguna investigación de este tipo en el país por lo que se justifica abordar esta área de oportunidad como un tema de investigación.

Para analizar el comportamiento y conocer la situación actual sobre los FCE en el sector educativo se utilizara una técnica estadística llamada Meta-Análisis , popular para sintetizar resultados de investigación en muchas disciplinas incluyendo las ciencias educativas, sociales y médicas (Cheung, 2015). Esto con el objetivo de ampliar la comprensión sobre los factores que hacen una implementación exitosa de SS, a través de una extensa revisión de la literatura a nivel mundial.

Por otro lado para conocer la implementación de proyectos de mejora de calidad en las IES públicas de México se desarrolló un cuestionario el cual es la técnica de recogida de datos más empleada en investigación, porque es menos costosa, permite llegar a un mayor número de participantes y facilita el análisis (Arribas, 2004). Pero al utilizar este tipo de instrumento se debe realizar un validez de constructo es decir verificar si mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido, de acuerdo a Batista-Foguet et al. (2004) un análisis factorial exploratorio de la matriz de correlaciones dictará las dimensiones latentes y sus resultados se utilizarán como indicación de validez convergente y discriminante, por lo que en la presente investigación se utilizara esta técnica con el fin de dar validez al cuestionario utilizado y por consecuencia a los resultados obtenidos.

## **2. MARCO TEÓRICO**

En el siguiente capítulo se expone lo referente a la educación superior en México en especial los sistemas de aseguramiento de la calidad dentro de las IES, así como las metodologías que se han implementado. De igual manera se explica el desarrollo que ha tenido la metodología SS a través de los años y se contextualiza los FCE en el sector educativo, por último se identifican algunos conceptos y ejemplos tanto de la técnica del MA como del instrumento para la recolección de datos.

### **2.1 Educación Superior**

La educación superior es la que se imparte después del nivel medio superior, es impartida en las universidades públicas o privadas, los beneficios que se obtienen al acudir es el aprendizaje avanzado entre compañeros, las prácticas en el campo, el conocimiento amplio de una disciplina y la especialización. Los economistas argumentaron este tipo de formación puede impulsar el progreso tecnológico nacional a través del desarrollo del capital humano o mediante el aumento de la empleabilidad individual en beneficio de la economía nacional (Sunder, 2016).

#### **2.1.1 Educación superior en México.**

La educación de tipo superior en México se conforma por tres niveles: técnico superior universitario (también conocido como profesional asociado), normal licenciatura, licenciatura universitaria y tecnológica, y posgrado. El nivel de técnico superior universitario forma profesionales técnicamente capacitados para el trabajo en una disciplina específica, sus programas de estudio son de dos años, es de carácter terminal y no alcanza el nivel de licenciatura. La licenciatura se imparte en instituciones tecnológicas, universitarias y de formación de maestros (normales); forma profesionistas en las diversas áreas del conocimiento con programas de estudio de cuatro años o más. Para cursar el posgrado se requiere haber acreditado la licenciatura y se imparte en

especialidad, maestría y doctorado; con alto grado de especialización, que se acreditan mediante un título de grado (SEP, 2015).

El marco jurídico de la educación superior en México de acuerdo a Urtuzúastegui y Thierry (2004) se deriva de los artículos 3º, 5º, 73, 121, 122 y 123 de su Constitución Política; también se encuentran la Ley General de Educación, la Ley para la Coordinación de la Educación Superior, la Ley Reglamentaria del artículo 5º constitucional relativo al Ejercicio de las Profesiones y la Ley Federal del Trabajo. En la coordinación de las IES de México participan varias instancias con diferentes grados de autoridad, principalmente la Secretaría de Educación Pública (SEP) a través de la Subsecretaría de Educación Superior (SES) que es el área encargada de impulsar una educación de calidad que permita la formación de profesionistas competitivos y comprometidos con el desarrollo regional y nacional, para contribuir a la edificación de una sociedad más justa. A través de sus diferentes políticas públicas, planes y programas, la SES trabaja para brindar una educación equitativa, pertinente, flexible, innovadora, diversificada y de amplia cobertura. Con ello, se busca avanzar hacia el fortalecimiento de un Sistema de Educación Superior integrado y articulado, promotor de la equidad en la educación, de la permanencia de los estudiantes y actualización de los egresados.

De acuerdo a la SES (2017) las IES en México tienen la siguiente clasificación:

- Universidades Públicas Federales
- Universidades Públicas Estatales
- Universidades Públicas Estatales con Apoyo Solidario
- Institutos Tecnológicos
- Universidades Tecnológicas
- Universidades Politécnicas
- Universidad Pedagógica Nacional
- Universidad Abierta y a Distancia de México
- Universidades Interculturales
- Centros Públicos de Investigación
- Escuelas Normales Públicas
- Otras instituciones públicas

En definitiva existe un gran número de opciones para el estudio superior para la población de México, de acuerdo a lo publicado por la SEP (2015) había una matrícula escolarizada

y mixta (incluye Posgrado) de 3,515,404 estudiantes en un total de 7,073 unidades académicas en todo el país, que equivalen al 27.1 % de la población de 18 a 23 años. De este total se distribuye de la manera siguiente: Profesional Asociado o Técnico Superior Universitario 4.5 %, Normal 3.5 %, Licenciatura 85.3 % y Posgrado 6.7 %. Para finalizar, una clasificación más que tienen las universidades es el tipo de sostenimiento con el que se mantienen, por lo que la matrícula se distribuye de la siguiente manera un 36.9 % corresponde al sostenimiento autónomo; el 20.2 %, al estatal; el sostenimiento federal cubre el 13.3 %, y las instituciones particulares cuentan con el 29.6%.

El sistema de educación superior de México se encuentra en un intenso proceso de cambio; aún no logra dar satisfacción cabal a la demanda de todos los jóvenes de edad escolar, la calidad de la oferta educativa es dispar, y existen limitaciones de funcionamiento que retrasan el avance, pero, por otra parte, el rumbo es claro y las estrategias de superación tienen un curso continuado a lo largo ya de varias décadas, con apoyo de la sociedad mexicana (Urtuzúastegui y Thierry, 2004), hoy en día México sigue con objetivos de tener una educación de calidad de acuerdo a lo publicado en el plan nacional de desarrollo actual, es donde se demuestra la importancia de hacer investigación para contribuir con la mejora de este sistema educativo tan importante para la sociedad con miras de superación profesional.

## **2.2 Aseguramiento de la Calidad en IES**

La educación superior es de suma importancia ya que es la que forma profesionales que contribuirán al desarrollo del país, y una de las cosas que se debe de asegurar es que todas las instituciones que brinden este tipo de educación tengan procesos adecuados para todos los involucrados, por tal motivo los sistemas de aseguramiento de la calidad se han convertido en una pieza fundamental en la estructura de una IES.

Pero, ¿Qué es el aseguramiento de calidad? Se puede definir como aquellas acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar una confianza adecuada de que una instalación, estructura, sistema o componente funcionará de manera satisfactoria y segura.

Según Tripathi y Jeevan (2009), el aseguramiento de la calidad también puede definirse como el medio por el cual las instituciones establecen sus objetivos de programa y miden

los resultados a través de estos. El proceso de revisión del contenido académico, las técnicas pedagógicas, los recursos y los servicios de apoyo para ver cómo se combinan para mejorar el ambiente de aprendizaje y asegurar el rendimiento académico del estudiante, el aseguramiento de calidad está diseñado para exponer y mejorar los métodos de una institución así como los productos educativos.

Como se observa el aseguramiento de la calidad abarca una gran parte de una IES, pero aquí es donde surge la gran pregunta de cómo es regulado y quienes son lo que acreditan que una institución tiene un buen sistema de aseguramiento de la calidad. La respuesta cambia de acuerdo al país o la zona geográfica, según Eaton (2011) en Estados Unidos la acreditación es realizada por dos organismos diferentes, el privado que es *The Council for Higher Education Accreditation (CHEA)* y el del gobierno *United States Department of Education (USDE)* los objetivos de ambos programas son diferentes:

- CHEA: Asegurar que las organizaciones de acreditación contribuyan a mantener y mejorar la calidad académica.
- USDE: Asegurar que las organizaciones de acreditación contribuyan a mantener la solidez de las instituciones y programas que reciben fondos federales.

Los procesos de reconocimiento son similares: autoevaluación basada en estándares, visita al sitio e informe y otorgar el estatus de reconocimiento. Es así como este país tiene claramente sus objetivos de acreditación que son el aseguramiento de la calidad y la mejora de esta.

La situación en Europa es aún más compleja que la situación en los Estados Unidos. Cada nación tiene su propio sistema de garantía de calidad, pero la mayoría de los países también participan en los programas de evaluación y armonización de la Unión Europea a través de las normas y directrices para el aseguramiento de la calidad en el Espacio Europeo de Educación Superior (ESG) *The Standards and guidelines for quality assurance in the European Higher Education Area (ESG)* (Mohrman et al., 2011).

### **2.2.1 México en los sistemas de aseguramiento de calidad.**

En México la situación es diferente, en los programas de posgrado existe el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que se encarga de evaluar y dar un reconocimiento dentro del Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) y se

encuentra el sector de la educación superior universitaria y tecnológica, que responde a las políticas delineadas por la SES-SEP.

En la actualidad existen algunos programas y asociaciones que brindan acreditaciones a las universidades que trabajen en temas de aseguramiento de la calidad, los cuales se describen a continuación.

Según Buendía (2011) en el año 1991 la Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (CONPES) creó los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), como un organismo de carácter no gubernamental. Las principales funciones asignadas por la CONPES se centraron en la realización de la evaluación diagnóstica y la acreditación de programas académicos, así como en el dictamen y asesoría a las IES para elevar la calidad de dichos programas.

La tarea principal de los CIEES es evaluar integralmente a una IES, es decir, determinar la calidad de todos y cada uno de sus programas académicos de licenciatura y posgrado y la eficiencia de las funciones de administración y gestión institucional para apoyar su óptimo desempeño, así como la vinculación con la sociedad, difusión de la cultura y los conocimientos que se generan en sus recintos, laboratorios y áreas de trabajo del personal académico de las mismas.

Desde 2002, año en el que finalmente se adoptó una delimitación más clara de las acciones de autoevaluación, evaluación diagnóstica y acreditación, se consolidó la integración de la evaluación diagnóstica como una función específica de los CIEES para apoyar la calidad y la acreditación de los programas académicos,

Durante 17 años los CIEES han dirigido sus acciones a la evaluación diagnóstica sin haber realizado acreditación de programas, tarea que a partir de la creación del Consejo para la Acreditación de la Educación Superior A.C. (COPAES) se asignó a los organismos acreditadores reconocidos por este Consejo.

A fines del año 2000 fue instituido el COPAES, organismo reconocido por la SEP para conferir reconocimiento formal a las organizaciones cuyo fin sea acreditar programas académicos de educación superior que ofrezcan instituciones públicas y particulares; así como regular la capacidad técnica y operativa de dichas organizaciones.

El reconocimiento que el COPAES otorga permite la regulación de los organismos acreditadores y los procesos de acreditación en las diversas áreas del conocimiento, con

el objeto de evitar posibles conflictos de intereses y de informar a la sociedad sobre la calidad de un programa de estudios de nivel superior, particularmente a los posibles alumnos, padres de familia y a los empleadores.

Para finalizar se podría decir que el aseguramiento de calidad está encargado a través de los CIEES los que mantienen relación con dependencias de gobierno, tales como la Subsecretaría de Educación Superior, la Dirección General de Educación Superior Universitaria (DGESU), y la Dirección General de Profesiones (DGP); con programas de gobierno orientados a la mejora de la calidad como el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) y el Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP); con organismos que son claves en el diseño de políticas educativas como la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y con organismos que forman parte del Sistema Nacional de Evaluación y Acreditación en proceso de formación, como el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), los organismos reconocidos por el COPAES y los Cuerpos Interinstitucionales, como resultado de lo anterior descrito existen varios organismos encargados de apoyar al aseguramiento de la calidad en las IES en México.

### **2.3 Metodologías Para el Aseguramiento de la Calidad en las IES**

Las universidades alrededor del mundo para poder obtener las acreditaciones en los diferentes sistemas de sus países y así demostrar a la sociedad en general que son instituciones educativas comprometidas con la calidad de sus procesos educativos y de servicios han adoptado diferentes metodologías para asegurar la calidad y tomarlas como marco de referencia en sus proyectos de mejora que emprenden dentro de la institución.

En la actualidad, la mayoría de los sectores manufactureros están cosechando más beneficios por la adopción de conceptos de ingeniería industrial como Gestión de la calidad total (TQM), ISO 9001 sistema de gestión de calidad, SS, Kaizen, pensamiento lean, 5S y otros, que ahora se están probando en el Sector de servicios como lo es la educación. Ciertas instituciones educativas en especial de ingeniería alrededor del mundo han adoptado con éxito algunas estrategias de mejora de la calidad como ISO 9001, SS (metodología DMAIC), pensamiento lean y TQM (Pandi et al., 2016).

Por lo anterior dicho se infiere que las IES siempre están en busca de la mejora continua a través de las diferentes metodologías que existen, aunque en el sector educativo ha sobresalido el uso y certificación de ISO 9001 en sus planes de mejora de la calidad con lo cual se han obtenido buenos resultados, pero en la actualidad las IES tienden a buscar nuevos sistemas que le den un mayor impacto en los beneficios que se obtengan para todas las personas involucradas en los procesos educativos, como los estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicios, padres de familias, empleadores y la sociedad en general.

SS es una metodología que ha demostrado ser una buena iniciativa en la industria, haciendo que empresas que la adopten ahorren millones de dólares y sus productos sean de una excelente calidad. El proponer un enfoque de SS en las IES no significa dejar de trabajar bajo las normas ISO que la mayoría de las Instituciones Educativas tiene adoptadas. Según Marques et al. (2013) si se integra SS con ISO 9001 se obtendrían grandes aportaciones, ellos identificaron 10 ventajas y algunas de ellas se enlistan a continuación:

- Proporcionan orientación objetiva y práctica para desarrollar, implementar, mantener y mejorar un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) ISO 9001 que sea capaz y lo suficientemente flexible como para incorporar los principios y prácticas inherentes a un programa SS.
- Proporcionan una guía completa para adoptar los proyectos SS como motor para la mejora continua del SGC ISO 9001, ya que SS proporciona rutas específicas basadas en el ciclo PHAC (Planear, Hacer, Analizar y Controlar) y herramientas / técnicas para apoyar el análisis de datos y la toma de decisiones.
- Se describen procedimientos sistemáticos para identificar posibles proyectos SS, basados en un conjunto de actividades que deben realizarse para cumplir con los requisitos de ISO 9001: 2008. El análisis de los datos, la evaluación de las diferencias entre los objetivos de calidad y los resultados realmente alcanzados, el análisis de las conclusiones de las auditorías internas y las medidas de satisfacción del cliente son ejemplos de tales actividades.
- Un enfoque sistemático, cómo es el proceso de revisión de la gestión de un SGC ISO 9001 puede ser utilizado para evaluar y seleccionar posibles proyectos SS, evaluar las principales fortalezas y áreas para mejorar el programa SS y decidir sobre acciones para mejorar su efectividad.

### 2.3.1 Seis Sigma (SS)

La metodología SS surgió alrededor de 1980 cuando la compañía Motorola se enfrentaba a problemas similares que la demás industria en esos momentos, identificando que estaban perdiendo gran parte de su empresa y productividad por los costos de la no calidad. Fue cuando el presidente de esta compañía en ese momento, Bob Galvin, decidió que era necesario un esfuerzo mucho más intenso para resolver sus problemas. Un ingeniero de Motorola, Bill Smith, encontró que el nivel de calidad asociado con una medida de SS corresponde a una tasa de fracaso de dos partes por billón y lo adoptó como un estándar. El programa para lograr esta noble meta fue desarrollado en Motorola y llamado "Six Sigma", que incluía muchas de las herramientas sistemáticas y rigurosas asociadas con los programas SS de hoy (Raisinghani et al., 2005).

Fue en 1988 cuando el premio inaugural Malcolm Baldrige National Quality fue otorgado a la compañía Motorola (Gowen et al., 2008), por los resultados que presentaron: aumento en los niveles de calidad de varios productos y ahorros significativos de dinero, según Antony y Banuelas (2002) los beneficios reales de Motorola fueron: reducción de los niveles de defectuosos en el proceso en un factor de 200, reducción del costo de fabricación en \$1.4 mil millones y aumento le valor de las acciones cuatro veces. Por tal motivo todo el mundo quería saber cómo Motorola lo había hecho. El entonces presidente optó por compartir abiertamente el secreto "Six Sigma" de Motorola, ya a mediados de los años noventa otras corporaciones como ABB, Texas Instruments, Allied Signal y General Electric habían comenzado a obtener recompensas similares. Para el año 2000, muchas de las principales corporaciones del mundo tenían una iniciativa SS en marcha, y en 2003, se habían contabilizado más de 100.000 millones de dólares en ahorros combinados. SS se convirtió en el estándar mundial de la práctica empresarial de calidad (Reosekar y Pohekar, 2014).

Fue así como SS empezó a ser exitosa en diferentes compañías, en tal instancia muchos autores empezaron a dar sus opiniones y enfocaron sus investigaciones al desarrollo de esta metodología, surgiendo así un sin número de artículos publicados en diferentes revistas y diferentes definiciones sobre SS.

Por ejemplo para Antony y Coronado (2001), SS es una estrategia de negocios utilizada para mejorar la rentabilidad de la empresa, para mejorar la eficacia y la eficiencia de todas las operaciones para satisfacer o superar las necesidades y expectativas de los clientes;

mientras que Magnusson et al., (2003), describen a esta estrategia como un proceso de negocios que permite a las empresas mejorar drásticamente sus resultados al diseñar y supervisar las actividades cotidianas de negocios de manera que se minimice el desperdicio y los recursos al tiempo que aumenta la satisfacción de los clientes de algunos de sus proponentes; en tanto que para Chakrabarty y Tan (2007) SS es un programa de mejora de la calidad con el objetivo de reducir el número de defectos a tan bajo como 3,4 partes por millón de oportunidades o 0,0003%.

Dicho lo anterior se puede apreciar en las opiniones de los autores existen diferentes enfoques sobre la definición de SS, pero esta metodología no deja ser una estrategia para reducir la variabilidad en los procesos de una empresa, reduciendo los defectos a lo máximo posible para alcanzar la meta de 3.4 PPO, a través del enfoque sistemático que es el DMAIC.

Shankar (2009) dice que la metodología DMAIC toma un problema que ha sido identificado por la organización y utiliza un conjunto de herramientas y técnicas de una manera lógica para llegar a una solución sostenible. La solución resultante minimizará o eliminarán el problema, colocando a la organización en una posición competitiva. Además menciona cual es el propósito de cada una de las fases del DMAIC de la siguiente manera:

**Definir:** La fase Definir garantiza que el problema / proceso seleccionado para pasar por la metodología de mejora de procesos DMAIC está vinculado a las prioridades de la organización y tiene soporte de gestión. La fase Definir comienza con la identificación de un problema que requiere una solución y termina con una comprensión clara del alcance del problema y la evidencia del apoyo por parte de la administración, que autorizan al proyecto a avanzar mediante la entrega de recursos.

**Medir:** El propósito de la fase de Medir es reunir información base sobre el proceso que se ha identificado que necesita mejoras. La información básica sobre el proceso se utiliza para comprender mejor qué está sucediendo exactamente en este, las expectativas del cliente y dónde están los problemas.

**Analizar:** El propósito de la fase de análisis es ayudarlo a comprender mejor las relaciones de causa y efecto en su proceso, es decir, cuáles de los factores de entrada ejercen una influencia en la salida, esto es, el producto o servicio que proporciona. En esta fase de la metodología de mejora de procesos, está en esencia filtrando el gran número de factores

de entrada y eliminando los insignificantes realizando un análisis estadístico de los datos recopilados.

Mejorar: Al final de la fase de análisis, ha ganado una mayor comprensión del proceso que se está tratando de mejorar. La regresión proporciona una visión de las relaciones, ANOVA identifica cuáles de los factores de entrada son significativos, y las pruebas de hipótesis le dicen si la sospecha es correcta o si debe probar otra cosa. Ahora es cuando se toma todo este conocimiento y modelar su proceso en términos de entradas y salidas para realizar las mejoras.

Controlar: Está es la última fase de la mejora del proceso a través de la metodología DMAIC, ahora se conoce el modelo matemático de las relaciones entre los insumos significativos y el impacto que tienen en la salida. Preparado con este conocimiento, se está listo para entrar en la fase de control: para colocar los controles en todos los factores de entrada que son significativos y que influyen en la salida.

Según Kwak y Anbari (2006) el DMAIC es un proceso de ciclo cerrado que elimina pasos improductivos, y seguido se enfoca en nuevas medidas y aplicar la tecnología para la mejora continua, por lo que es una de las partes más importantes que la metodología SS tiene.

## **2.4 Factores críticos de éxito (FCE)**

Hoy en día los FCE han sido estudiados por varios autores, estos no necesariamente de SS ya que pueden ser de cualquier otra metodología para cualquier actividad que se realice en una empresa o institución educativa.

En el ámbito de SS algunos de los pioneros fueron Pande et al. (2000) en su libro *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance* donde describe algunas de las experiencias de varias organizaciones que tratan de convertirse en "Organización SS " y concluye con una lista que llamarán claves para el éxito la cual se presenta a continuación.

- Enlaza los esfuerzos de SS con las prioridades y estrategia del negocio.
- Posicione SS como una manera mejor de administrar en la actualidad.
- Mantenga el mensaje simple y claro.

- Desarrolle su propio camino de SS.
- Enfoque a los resultados a corto plazo.
- Enfoque en crecimiento y desarrollo a largo plazo.
- Divulgue los resultados, admita retrocesos y aprenda de ambos.
- Hacer una inversión para que suceda.
- Utilice las herramientas de SS sabiamente.
- Vincular clientes, procesos, datos e innovación para construir el sistema SS.
- Hacer que los principales líderes sean responsables y que rinda cuentas.
- Hacer del aprendizaje una actividad permanente.

Esta lista de puntos claves es bastante interesantes para cualquier organización que quiera empezar en el camino de SS, la obtención de estos puntos fue analizando a las empresas que tuvieron éxito en la implementación de esta estrategia de mejora.

Henderson y Evans (2000), realizan una publicación en la cual analizan la implementación de SS en General Electric, y presentan los componentes del éxito de las implementaciones de SS, estos autores los describen como elementos claves necesarios para la implementación exitosa de los enfoques SS, lo cuales se presentan a continuación:

- Apoyo / participación de la alta dirección.
- Infraestructura organizacional.
- Capacitación.
- Herramientas.
- Enlace a recursos humanos-Acciones Basadas (promociones, bonificaciones, etc.)
- Otros componentes del éxito.

Esta investigación fue una de las más importantes en lo que se refiere a SS, ya que es la documentación del caso de General Electric una empresa que obtuvo grandes beneficios al implementar SS.

Después de tener estas publicaciones sobre los puntos importantes que llamarón claves para el éxito y elementos claves respectivamente surge la investigación realizada por Banuelas Coronado y Antony (2002), en la cual utilizan el término FCE y dicen que

representan los ingredientes esenciales sin los cuales un proyecto tiene pocas posibilidades de éxito, también hacen una investigación de casos de aplicación de proyectos SS y determinan los FCE que se enlistan a continuación:

- Participación y compromiso de la dirección.
- Cambio cultural.
- Comunicación.
- Infraestructura de la organización.
- Capacitación.
- Vinculación de SS con la estrategia empresarial.
- Vinculación de SS con los clientes.
- Vinculación de SS a recursos humanos.
- Vinculación de SS a proveedores.
- Comprender las herramientas y técnicas de SS.
- Habilidades de gestión de proyectos.
- Priorización y selección de proyectos.

Los FCE son esos puntos en los cuales se debe poner atención al implementar proyectos SS en cualquier organización. Como se ha analizado anteriormente la metodología SS se ha implementado en el área de servicios y se está empezando en el sector educativo, por tal motivo se debe prestar atención a esos ingredientes esenciales de SS, aunque de acuerdo a la literatura encontrada los FCE de una organización pueden ser diferentes al de una institución educativa, razón por la cual se hace un análisis a artículos de proyectos de SS y algunos artículos ya citados anteriormente con FCE de SS en las IES.

## **2.5 Definición Conceptual de los FCE en el Sector Educativo**

A continuación se presenta la lista de los FCE para el sector educativo encontrados en la revisión realizada. Se identificó la definición conceptual de cada uno de los FCE propuesta por diferentes autores.

### **2.5.1 Cambio cultural.**

Una exitosa introducción e implementación de SS requiere ajustes a la cultura de la organización y un cambio en la actitud de sus empleados. Los empleados tienen que estar motivados y aceptar la responsabilidad que la calidad es parte de su propio trabajo (Antony y Banuelas, 2002).

Algunas empresas que han tenido éxito en la gestión del cambio han identificado que la mejor manera de abordar la resistencia al cambio es a través de una comunicación sostenida, motivación y educación. Es importante también obtener la mayor cantidad de información práctica posible de los empleados, planificar el cambio a través de un plan detallado de implantación de SS, delegar responsabilidades cuando sea posible y capacitar a la gente para tomar sus propias decisiones (Banuelas Coronado y Antony, 2002).

### **2.5.2 Participación y compromiso de la dirección.**

El apoyo de la alta dirección ha influido fuertemente y ha permitido la reestructuración de la organización empresarial y el cambio cultural en las actitudes de los empleados individuales hacia la calidad posible en un periodo corto de implementación (Henderson & Evans, 2000).

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso en términos de establecer la política visible, proporcionar apoyo financiero y seguir el progreso de un proyecto seleccionado (Laosirihongthong et al., 2006).

Sin la alta dirección a bordo desde el inicio del viaje, es absolutamente un desperdicio de energía y tiempo para el lanzamiento de la iniciativa de mejora. Con el fin de adquirir el apoyo y el compromiso de la alta dirección, también es esencial seleccionar proyectos que estén vinculados a los objetivos estratégicos de la IES. La falta de compromiso se traduce en la falta de asistencia a reuniones y eventos ejecutivos, la participación parcial en todo el proceso de cambio y una visible renuencia a implementar las ideas presentadas por los miembros del personal después de la finalización de los proyectos (Antony et al., 2012).

### **2.5.3 Educación-entrenamiento para proyectos de mejora.**

La educación y el entrenamiento dan un sentido claro a la gente para comprender mejor los fundamentos, herramientas y técnicas de SS. El entrenamiento es parte de las técnicas de comunicación para asegurarse de que los gerentes y empleados aplican e implementan las técnicas de SS de manera efectiva, también debe abarcar medidas y métricas cualitativas y cuantitativas, liderazgo, prácticas y habilidades de gestión de proyectos (Kwak y Anbari, 2006).

El sistema de cinturones asegura que todos en la organización estén hablando el mismo idioma. Esto hace que la configuración y ejecución de los proyectos de SS sea mucho más fácil en toda la organización (Antony y Banuelas, 2002).

Evaluar, seleccionar materiales y recursos para la capacitación requiere un esfuerzo considerable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el entrenamiento que se debe de dar, se deriva directamente del plan estratégico de la organización que se está poniendo en marcha y es para ayudar a la organización a lograr sus metas y objetivos (Kubiak, 2012).

### **2.5.4 Vinculación con el cliente.**

El corazón de SS radica en mejorar los productos y servicios que beneficiarán al cliente. Las empresas necesitan entender cómo sus clientes miden la calidad y crear productos y servicios que satisfagan sus expectativas. SS traduce los problemas críticos para la satisfacción de los clientes a lo que es crítico para la calidad de un producto o servicio. Las empresas que mejoran su capacidad de satisfacer de manera consistente las necesidades de sus clientes producirán efectos positivos en los resultados finales (Harry y Schroeder, 2000).

Según Antony y Banuelas (2002) en la industria de servicios, los requerimientos del cliente son a menudo ambiguos, subjetivos y mal definidos. Este mismo autor pero en otro artículo, Antony et al. (2012) dice que en el sector de la educación superior una barrera

sería la falta de comprensión sobre los diferentes tipos de clientes. El desafío es entender la verdadera voz de los diferentes clientes y desarrollar estrategias para satisfacer las necesidades de los clientes.

Algunas organizaciones de servicio han dedicado tiempo y esfuerzo a desarrollar formas de medir los procesos que en última instancia afectan la satisfacción del cliente con el servicio. Debido a que los programas sigma dependen de las mediciones de los procesos, es más probable que las organizaciones con estos sistemas de medición estén listas para una implementación de SS (Hensley y Dobie, 2005).

### **2.5.5 Priorización y selección de proyectos.**

Según Antony (2004) la selección de proyectos adecuados en un programa SS es un factor importante en el éxito temprano y la aceptación a largo plazo dentro de cualquier organización. Las siguientes directrices pueden ser usadas para seleccionar proyectos SS:

- Vinculación con el plan de negocios estratégico y las metas de la organización.
- Sentido de urgencia (Benéficos financieros y de servicio)
- Seleccione proyectos que sean factibles en menos de seis meses.
- Los objetivos del proyecto deben ser claros, sucintos, específicos, realizables y realistas.
- Establecer criterios de selección de proyectos.
- Los proyectos tienen el apoyo y la aprobación de la alta dirección.
- Definir los resultados del proyecto en términos de su impacto en uno o más característica crítica del servicio.
- Los proyectos deben ser seleccionados basados en métricas realistas y buenas.

En el sector de la educación superior los siguientes consejos además de los citados anteriormente, pueden ser útiles al seleccionar posibles proyectos SS: asegurarse de que se debe realizar una revisión en cada etapa de la metodología SS por parte del líder de implementación del proyecto para asegurar el buen funcionamiento, además de seleccionar aquellos proyectos que tengan la capacidad de mostrar mejoras apreciables

en la entrega de calidad asociada con la educación, los costos operacionales y los parámetros en las áreas que tienen oportunidad de mejora (Antony et al., 2012).

### **2.5.6 Vinculación de los proyectos de mejora con la estrategia de la institución.**

Para Dale et al. (2000) SS no debe tratarse como otra actividad independiente. Requiere la adhesión a toda la filosofía de la institución en lugar de sólo el uso de unas pocas herramientas y técnicas de mejora de la calidad por más sofisticadas que sean.

Una clave para el éxito es enlazar los proyectos de SS con la estrategia y prioridades de la empresa estos deben ser apuntados para mejoras de procesos y productos que tengan impacto directo tanto en objetivos financieros como operacionales. Incluso si sus primeros esfuerzos se centran en problemas bastante estrechos, su impacto en las necesidades clave del negocio debe ser claro. Mostrar siempre que sea posible cómo los proyectos y otras actividades se enlazan con clientes, procesos centrales y competitividad (Pande et al., 2000).

### **2.5.7 Comunicación entre niveles.**

Un plan de comunicación que aborda la importancia y cómo funciona el método de SS, se cree que es crítico en la eliminación de dos miedos básicos en los niveles individuales que vienen con la verdadera revolución cultural que trae SS: miedo al cambio y el miedo de no medir las nuevas normas (Henderson y Evans, 2000).

La pobre comunicación o falta de esta ha sido citada como un fracaso en la implementación de iniciativas de mejora continua en varias organizaciones del sector público. Sólo a través de una comunicación efectiva, los empleados estarán más comprometidos y trabajarán en equipo para varios escenarios de resolución de problemas. A través de una comunicación efectiva, las organizaciones pueden establecer un lenguaje común para el cambio y la mejora (Antony et al., 2012).

### **2.5.8 Selección de los miembros del equipo y trabajo en equipo.**

Los miembros del equipo son seleccionados por sus habilidades técnicas, analíticas, de interrelación y transferencia de conocimiento. Se espera que los miembros sean facilitadores de proyectos, reuniendo las habilidades que los directores de proyecto deben tener (Delgado et al., 2010).

Los equipos de proyecto y de gestión multifuncionales han sido probados, como una fuerza para romper las paredes entre los grupos. Pero si bien el trabajo en equipo puede ayudar, sólo formar un equipo ayuda un poco para eliminar las actitudes y estructuras que crean las paredes. Por lo tanto, el sistema SS puede crear un entorno y estructuras de gestión que apoyen el verdadero trabajo en equipo (Pande et al., 2000).

### **2.5.9 Métricas de rendimiento claras.**

La implementación de SS en las industrias de servicios enfrenta una gran cantidad de desafíos. Uno de ellos es la identificación de las métricas: los dos retos para identificarlas son; la creación de una medida de un proceso y tratar con la variabilidad del cliente (Sehwail y DeYong, 2003).

El uso de metas explícitas y desafiantes en los proyectos SS puede aumentar la magnitud de las mejoras, reducir la variabilidad del rendimiento de los proyectos y aumentar los esfuerzos de mejora de los empleados y el compromiso con la calidad (Linderman et al., 2003).

### **2.5.10 Vinculación con recursos humanos y sistemas de incentivos.**

Cambiar verdaderamente el comportamiento a largo plazo requiere que los objetivos de SS se incorporen a nivel individual. Para ello, es necesario poner en práctica las acciones basadas en los recursos humanos para promover el comportamiento y los resultados deseados, además si los logros de SS se manejan como medida clave para el desempeño y la compensación, es seguro que fomentar la selección exitosa y la terminación de los proyectos (Henderson y Evans, 2000).

Algunas empresas tienen recompensa monetaria en el éxito de los proyectos SS para impulsar el interés de los empleados a trabajar en proyectos de mejora continua. Ciertamente

reconocimiento y sistema de recompensas apropiado será un motivador para alentar la participación de los empleados en el cultivo de la cultura SS. El sistema de recompensas y reconocimiento debe iniciarse adecuadamente para alinearse adecuadamente dentro de las metas y objetivos del programa (Jeyaraman y Teo, 2010).

### **2.5.11 Vinculación con los proveedores.**

Vincular el proceso de mejora continua a los proveedores es importante para la adopción de esta estrategia. Podría facilitarse mediante relaciones de cooperación a largo plazo con el menor número posible de proveedores para garantizar que se proporcionaran materiales y/o servicios de calidad (Laosirihongthong et al., 2006).

Según Zu et al. (2008) las prácticas tradicionales de gestión de calidad para los proveedores a través de SS son: utilizar un pequeño número de proveedores, que estos estén involucrados en el desarrollo de productos y proyectos de mejora de la calidad, que sean evaluados en base a la calidad y que la organización proporcione a los proveedores capacitación y asistencia técnica.

## **2.6 Meta-Análisis (MA)**

El término MA fue propuesto por Glass (1976) donde lo utilizo para referirme al análisis estadístico de una gran colección de resultados de análisis de estudios individuales con el propósito de integrar los hallazgos. Este autor decía que el MA contesta una alternativa rigurosa a las discusiones casuales y narrativas de los estudios de investigación que tipifican nuestros intentos de dar sentido a la literatura de investigación en rápida expansión, por tal motivo la necesidad del MA de la investigación es clara. La literatura en educación está creciendo a un ritmo asombroso. En cinco años, los investigadores pueden producir literalmente cientos de estudios sobre IQ y creatividad, o estilos cognitivos impulsivos contra reflexivos, o cualquier otro tema.

Por otra parte en el área de salud Martínez et al., (2009) dicen que El MA es una metodología para la revisión sistemática y cuantitativa de la investigación, ampliamente consolidada y aplicada en las ciencias de la salud. Ofrece las técnicas necesarias para

acumular rigurosa y eficientemente los resultados cuantitativos de los estudios empíricos sobre un mismo problema de salud, permitiendo a los profesionales de la salud la adopción de decisiones bien informadas en sus respectivas áreas de trabajo.

### **2.6.1 Ejemplos de aplicaciones del MA.**

Con lo anterior se puede decir que la técnica del MA surgió y es muy utilizada en el área de la salud para hacer conclusiones estadísticas sobre los diferentes tratamientos y experimentos realizados, pero en los últimos años la aplicación de esta técnica se ha venido diversificando, para ilustrar mejor a continuación se describen algunos casos.

Shenawy et al., (2007) utilizaron el MA para sintetizar los resultados de una muestra de 51 estudios en, de manera efectiva y el enfoque de MA se utiliza para establecer la validez externa para el modelo teórico de TQM, es decir para validar se realizó un MA para encontrar cualesquiera efectos principales en la relación entre los cinco componentes y la ventaja competitiva. Por otra parte Zacharatos et al., (2007) realizaron una revisión meta-analítica de 14 estudios a nivel de empleado de las relaciones que comprenden sistemas de trabajo de alto rendimiento como parte de la gestión de los recursos humanos en el sector de la industria automotriz de América del Norte. Y con un ejemplo diferente fue el trabajo realizado por Ranjan et al., (2015) donde se realizó una revisión narrativa y meta-analítica de la calidad de la interacción de servicios, la cual tenía como objetivo conceptualizar y probar empíricamente los determinantes de la calidad de la interacción de servicio (SIQ) como actitud, comportamiento y experiencia de un proveedor de servicios.

Como dice Cheung (2015) el MA es ahora una técnica estadística popular para sintetizar resultados de investigación en muchas disciplinas incluyendo las ciencias educativas, sociales y médicas. Es por tal motivo que en esta investigación se realizara una MA para proporcionar una mirada fresca y ampliar la comprensión sobre los factores que hacen una implementación exitosa de SS, a través de una extensa revisión de la literatura como lo propuesto por Tlapa et al., (2014).

## **2.7 Instrumento Para la Recolección de Datos: Cuestionario**

La utilización de los cuestionarios cada vez es más frecuente, tanto en el ámbito de la asistencia como en el de la investigación. Junto con las entrevistas, el cuestionario es la técnica de recogida de datos más empleada en investigación, porque es menos costosa, permite llegar a un mayor número de participantes y facilita el análisis, aunque también puede tener otras limitaciones que pueden restar valor a la investigación desarrollada (Arribas, 2004). El cuestionario permite recolectar información de cualquier población dispuesta a compartir sus conocimientos y es una de las técnicas más amigable para esto, por tal motivo se decide utilizarlo como medio para la recolección de datos.

Antes que nada se procederá a definir que es un cuestionario, para Arribas (2004) es un instrumento utilizado para la recogida de información, diseñado para poder cuantificar y universalizar la información y estandarizar el procedimiento de la entrevista. Su finalidad es conseguir la comparabilidad de la información. Por otra parte Malhotra (2008) lo define como técnica estructurada para recolección de datos que consiste en una serie de preguntas, orales o escritas, que responden los encuestados, como se observa ambos autores coinciden que son una serie de preguntas para obtener información de los encuestados con el objetivo de estandarizarla y poder hacer predicciones y conclusiones sobre la población encuestada.

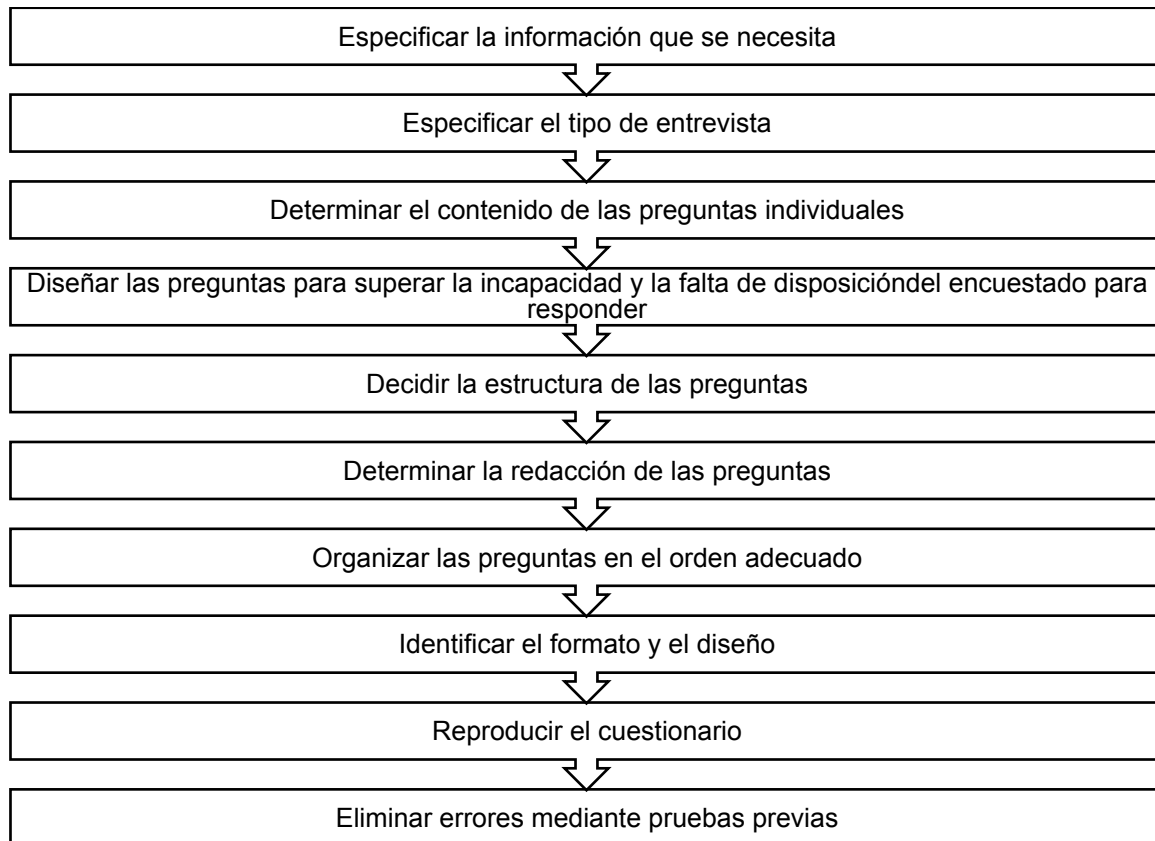
Para Malhotra (2008) todo cuestionario tiene tres objetivos específicos:

1. Traducir la información necesaria en un conjunto de preguntas específicas que los encuestados puedan responder.
2. Animar, motivar y alentar al encuestado para que participe activamente en la entrevista, colabore y concluya el proceso.
3. Debe de minimizar el error de respuesta

### **2.7.1 Diseño del cuestionario.**

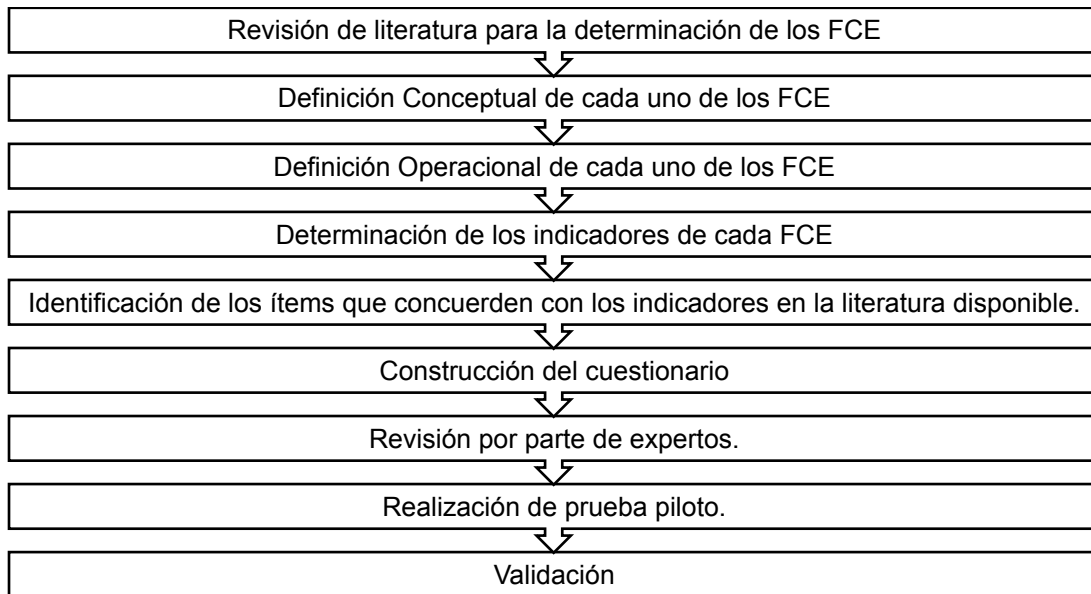
En lo que toca al diseño del cuestionario se presentan unos lineamientos útiles para investigadores novatos en el diseño de estos. Aunque estas reglas pueden ayudarle a

evitar los errores principales, la depuración de un cuestionario resulta de la creatividad de un investigador experimentado. Malhotra (2008) propone una serie de pasos para el diseño del cuestionario los cuales se presentan en la figura 1.



*Figura 1:* Pasos para el diseño de un cuestionarios tomada de Malhotra (2008)

La gran debilidad en el diseño de un cuestionario es la falta de una teoría. Dado que se carece de principios científicos que garanticen un cuestionario óptimo o ideal, lo cual no se presentara en esta investigación, ya que todas las preguntas fueron obtenidas de diferentes publicaciones científicas en revistas de investigación, siguiendo los pasos que se muestran en la figura 2.



*Figura 2: Pasos del diseño del cuestionario*

### **2.7.2 Escala de medición en el cuestionario.**

Entre las escalas más utilizadas en la investigación conductual se encuentran las escalas de actitud diseñadas para medir las opiniones de las personas, estas escalas generan puntuaciones numéricas que se comparan entre los mercados potenciales (Rocereto et al., 2011). Una escala de este tipo más utilizadas es la desarrollada por Likert (1932), la cual fue nombrada con su nombre, es una escala de calificación ampliamente utilizada que requiere que los encuestados indiquen su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de una serie de declaraciones que expresan una actitud favorable o desfavorable hacia el concepto u objeto, asignando una puntuación numérica. Normalmente, cada ítem de escala tiene cinco o siete categorías de respuesta, que van desde muy en desacuerdo hasta muy de acuerdo.

Aunque el formato de acuerdo-desacuerdo es la forma más común de la escala de Likert, también se usan otros tipos de puntos finales de respuesta (por ejemplo, muy desmotivados, muy motivados, por debajo del promedio, por encima del promedio, etc.). Debido a su diseño, los formatos de tipo Likert piden a los individuos que piensen al menos en dos dimensiones diferentes: el contenido y la intensidad. Los encuestados deben decidir primero si están de acuerdo o en desacuerdo con el contenido de cada uno de ellos. Luego, deben determinar su nivel de intensidad con respecto a la proposición

indicando lo fuertemente que se sienten (por ejemplo, muy de acuerdo o muy en desacuerdo) (Rocereto et al., 2011). Esta escala fue la seleccionada para el cuestionario desarrollado en la presente investigación por su utilidad descrita anteriormente.

El cuestionario que se está desarrollando tiene el objetivo de medir los FCE los cuales son los constructos de la encuesta, estos es imposible medirlos directamente, por lo que para realizar su medición se utilizan un conjunto de cuestiones o ítems y se combinan las respuestas de los sujetos sumando sus valores y obteniendo una puntuación total. Pero cuando los ítems son sumados para formar una escala es necesario demostrar previamente que existe consistencia interna entre estos. Es decir, todos los ítems deben medir un mismo constructo y por lo tanto estarán correlacionados entre sí.

Para (Arribas, 2004) la fiabilidad de un instrumento de medida se valora principalmente a través de la consistencia. Este autor define la consistencia como el nivel en que los diferentes ítems o preguntas de una escala están relacionados entre sí. Esta homogeneidad entre los ítems nos indica el grado de acuerdo entre los mismos y, por tanto, lo que determinará que éstos se puedan acumular y dar una puntuación global. Esta se puede estimar con el alfa de Cronbach (1951). El método de consistencia interna basado en el coeficiente de fiabilidad alfa de Cronbach permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o una única dimensión teórica de un constructo latente.

El valor de alfa de Cronbach oscila de 0 a 1. Cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. Si los ítems están positivamente correlacionados entonces la varianza de la suma de los ítems se incrementa. Por ello, si las puntuaciones en todos los ítems fuesen idénticas, y por lo tanto las puntuaciones estarían perfectamente correlacionadas, el valor de alfa sería igual a 1. En cambio, si los ítems fuesen totalmente independientes, no mostrando ningún tipo de relación entre ellos, el valor de alfa de Cronbach sería igual a 0 (Frías-Navarro, 2014).

La interpretación del alfa de Cronbach es diferente de acuerdo al autor, algunos tienen una opinión de a partir de qué valor se puede decir que los ítems tienen una consistencia interna favorable para el estudio, algunas de las interpretaciones son: Nunnally (1978) dice que en las primeras fases de la investigación o estudios exploratorios un valor de fiabilidad de 0.6 o 0.5 puede ser suficiente, mientras que dentro de un análisis exploratorio estándar, el valor de fiabilidad en torno a 0.7 es adecuado y es el nivel mínimo aceptable,

pero con una investigación básica se necesita al menos 0.8 y en investigación aplicada entre 0.9 y 0.95. Por otra parte para Hair et al. (1998) el límite inferior generalmente aceptado para el alfa de Cronbach es 0.70, pero para Gliem y Gliem (2003) un alfa de 0.8 es probablemente una meta razonable. Finalmente George y Mallery (2003) hacen una interpretación muy completa donde dicen que Coeficiente alfa mayor a 0.9 es excelente, mayor a 0.8 es bueno, mayor a 0.7 es aceptable, mayor a 0.6 es cuestionable, mayor a 0.5 es pobre y menor 0.5 es inaceptable. De lo anterior descrito resulta que existen diferentes interpretaciones del alfa de Cronbach, pero la mayoría dice que mayor de 0.8 es bueno y aceptable en una investigación, para asegurar que los ítems de un cuestionario tienen consistencia interna.

### **2.7.3 Validación del cuestionario**

Después de haber analizado las propiedades métricas de la escala, como se explicó anteriormente, el siguiente paso es hacer una validación del cuestionario. Para Deshmukh y Lakhe (2009) la validez de una medida se refiere a la medida en que se mide lo que se pretende medir, dice que existen tres tipos diferentes de validez que se consideran generalmente: validez de contenido, validez de constructo y validez de convergencia. Por otra parte Arribas (2004) dice que la validez es el grado en que un instrumento de medida mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido. A pesar de que se describen diferentes tipos de validez, ésta, sin embargo, es un proceso unitario y es precisamente la validez la que permitirá realizar las inferencias e interpretaciones correctas de las puntuaciones que se obtengan al aplicar un test y establecer la relación con el constructo/variable que se trata de medir.

La validez de constructo es la de mayor interés, ya que incorpora en gran parte las mencionadas anteriormente y es idónea para la evaluación de cuestionarios. En ocasiones, el análisis de la varianza, con mediciones pretratamiento y postratamiento, permite evaluar la sensibilidad al cambio o discriminar entre distintas poblaciones. En el mejor de los casos, un análisis factorial exploratorio (AFE) de la matriz de correlaciones dictará las dimensiones latentes y sus resultados se utilizarán como indicación de validez convergente y discriminante (Batista-Foguet et al., 2004). En el presente estudio se realizara una validación de constructo a través de un análisis factorial, donde se comprobara que el cuestionario mide lo que realmente quiere medir.

Para Kline (2005), antes de hacer cualquier cálculo o análisis de matriz de datos para cualquier tipo de modelación de ecuaciones estructurales, los datos originales se deben examinar cuidadosamente para los siguientes problemas que se puedan presentar, los cuales son normalidad multivariable, normalidad univariada, transformaciones, valores atípicos, falta de datos y multicolinealidad las cuales se analizaran para asegurar que no existan alguno de estos problemas.

### **2.7.3.1 Análisis factorial.**

Es una técnica de interdependencia cuyo propósito principal es definir la estructura subyacente entre las variables en el análisis. Evidentemente, las variables desempeñan un papel decisivo en cualquier análisis multivariable. En términos generales, el análisis factorial proporciona las herramientas para establecer la estructura de la interrelación (correlaciones) entre un gran número de variables mediante la definición de conjuntos de variables que están altamente interrelacionadas, conocidas como factores. Se supone que estos grupos de variables (factores), por definición altamente intercorrelacionados, representan dimensiones dentro de los datos. Si sólo nos interesa reducir el número de variables, entonces la dimensión puede guiar la creación de nuevas medidas compuestas. Sin embargo, si tenemos una base conceptual para entender las relaciones entre las variables, entonces las dimensiones pueden tener significado de que en realidad representan colectivamente. En este último caso, estas dimensiones pueden corresponder a conceptos que no pueden ser adecuadamente descritos por una sola medida (Hair, 2010).

Se debe señalar que las técnicas analíticas factoriales pueden lograr sus propósitos desde una perspectiva exploratoria o confirmatoria. El AFE es para determinar el número de factores necesarios para explicar las correlaciones entre un conjunto de variables observadas. El AFE se considera un método de reducción de datos, donde los factores son menores que el número de variables, y requiere que los factores sean subjetivamente nombrados basándose en qué ítems compartían la varianza común. La variación o la comunidad común se indican por la fuerza de la carga factorial (Schumacker & Lomax, 2016).

Mientras que el análisis factorial confirmatorio (AFC) analiza a priori los modelos de medición en los que tanto el número de factores como su correspondencia con los

indicadores están explícitamente especificados, los resultados de un AFC incluyen estimaciones de covarianzas entre los factores, carga de los indicadores en sus respectivos factores y la cantidad de error de medición (varianza única) para cada indicador. Si el modelo de medición a priori del investigador es razonablemente correcto, entonces debería observarse el siguiente patrón de resultados: los indicadores especificados para medir un factor subyacente común tienen cargas estandarizadas relativamente altas en ese factor y las correlaciones estimadas entre los factores no son excesivamente altas. El primer resultado indica una validez convergente; La última, la validez discriminante (Kline, 2005).

El punto de partida en el análisis factorial, al igual que con otras técnicas estadísticas, es el problema de la investigación. El propósito general es encontrar una manera de condensar la información contenida con una mínima pérdida de información, para buscar y definir los constructos o dimensiones fundamentales asumidas para subyacer las variables originales. En el cumplimiento de su objetivo, este tipo de análisis se caracteriza por cuatro cuestiones: especificar la unidad de análisis, lograr el resumen de datos y / o la reducción de datos, la selección de variables y utilizar los resultados con otras técnicas multivariadas (Hair, 2010).

### ***2.7.3.2 Validación de Constructo***

La validez se define como la medida en que la investigación es exacta. AFC elimina las escalas de suma de la necesidad debido a que los programas de SEM calculan las puntuaciones latentes para cada encuestado. Este proceso permite que las relaciones entre constructos sean corregidas automáticamente para la cantidad de varianza de error que existe en la medición de los constructos. Uno de los objetivos primarios de AFC es evaluar la validez de constructo de una teoría de medición propuesta. La validez del constructo es hasta qué punto un conjunto de elementos medidos refleja realmente las variables latentes teóricas a las que están diseñados para medir. La evidencia de la validez de constructo da la confianza de que los ítems medidos tomados de una muestra representan la situación real que existe en la población y esta se compone de cuatro componentes: convergente, discriminante, nomológica y la validación de cara o de expertos (Hair, 2010).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se describen los pasos que se siguieron para determinar los FCE de SS en el sector educativo a través de la literatura disponible, además de identificar cual ha sido el comportamiento de estos en los últimos años mediante la técnica del MA. Por último, se muestra la metodología que se siguió para diseñar y validar el cuestionario que se aplicó en las IES.

#### 3.1 Materiales y Equipo

El equipo y los softwares utilizados para el desarrollo de esta investigación fueron los siguientes:

Equipo: Computadora portátil ASUS ZenBook con un procesador Intel Core M-5Y10C CPU de 0.80 GHz, memoria RAM de 8.0 GB y un sistema operativo de 64 bits. Este equipo se utilizó para todas las etapas de la investigación desde la revisión de literatura, el análisis de resultados y la redacción de tesis.

Respecto a los softwares utilizados fueron: StatsDirect, IBM SPSS 22, IBM SPSS amos 23, MATLAB R2008a así como Excel 2013 y Word 2013 de la paquetería office.

*StatsDirect*: Es un paquete de software estadístico diseñado en sus inicios para aplicaciones biomédicas, de salud pública y de ciencias de la salud en general. Hoy en día es un software fácil de usar ya que no se requiere programación, se aprende fácilmente porque tiene un interfaz de datos que funciona como Microsoft Excel además que, la interfaz de informes funciona como un simple procesador de textos. Esta herramienta incluye todos los métodos estadísticos comunes es por ello su uso en investigaciones en los últimos años, en este trabajo se requirió para:

1. Realización del MA y obtención de gráficas de resultados.

*IBM SPSS 22*: El software de análisis predictivo IBM SPSS ofrece técnicas avanzadas en un paquete fácil de usar que le ayuda a encontrar nuevas oportunidades, mejorar la eficiencia y minimizar el riesgo en el análisis de datos. Una de las principales funciones es el análisis estadístico y presentación de informes, este programa aborda todo el proceso analítico: planificación, colección de datos, análisis, presentación de informes e

implementación. Es un programa estadístico informático muy usado en las ciencias exactas, sociales y aplicadas, además de las empresas de investigación de mercado, en el presente trabajo se utilizó para:

1. El desarrollo del AFE
2. El Cálculo del alfa de Cronbach para reafirmar la validez convergente de los constructos.

*IBM SPSS amos 23*: Es un potente software de modelación de ecuaciones estructurales que le permite apoyar las investigaciones y teorías mediante la extensión de métodos estándar de análisis multivariado, incluyendo regresión, análisis factorial, correlación y análisis de varianza. Con SPSS Amos se puede construir modelos actitudinales y conductuales que reflejen relaciones complejas de manera más precisa que con las técnicas estándar de estadísticas multivariantes utilizando una interfaz gráfica intuitiva o programática. En esta investigación fue necesario hacer cálculos de este tipo, por lo que este software fue requerido para:

1. Obtención de la distancia de Mahalanobis para identificar si existían valores atípicos en la base de datos.
2. El cálculo de sesgo y curtosis de cada variable, con el fin de verificar la normalidad univariada.
3. El cálculo de curtosis multivariable que en esencia es el test de Mardia.
4. Realización del AFC
5. Identificación de las cargas factoriales de cada variable en sus respectivos constructos.
6. Identificación de las correlaciones entre los diferentes constructos.

*MATLAB R2008a*: Es una plataforma que está optimizada para resolver problemas de ingeniería y científicos. El lenguaje de MATLAB, basado en matrices, es la forma más natural del mundo para expresar las matemáticas computacionales. Los gráficos integrados facilitan la visualización de los datos y la obtención de información a partir de ellos. Una vasta librería de herramientas preinstaladas le permiten empezar a trabajar inmediatamente con algoritmos esenciales para su dominio. Todas estas herramientas y prestaciones de MATLAB están probadas y diseñadas rigurosamente para trabajar juntas. Este software se requirió para:

1. Construcción de la matriz de correlaciones entre las variables, con el fin de identificar si existía multicolinealidad entre estas.

*Excel 2013:* La paquetería de Excel fue necesaria para el uso de la hoja de cálculo con el fin de realizar cálculos y tablas como se explica enseguida:

1. Construcción de la tabla de menciones de FCE.
2. Elaboración de la tabla de presencia y ausencia para el cálculo del MA.
3. Uso en la elaboración del cuestionario.
4. Cálculo de la varianza media extraída (AVE por sus siglas en inglés).
5. Construcción de la matriz de correlación entre constructos como sus respectivas correlaciones al cuadrado.

*Word 2013:* La paquetería de Word fue utilizado para la redacción de la memoria de tesis.

### **3.2 Determinación de los FCE.**

Con el objetivo de determinar y analizar el estado actual de los FCE de SS en el ambiente educativo a nivel mundial, se revisó la literatura para seleccionar los artículos que se tomarían en cuenta para hacer la determinación de los FCE y el MA, la metodología para determinar los FCE constó de los siguientes pasos:

*Paso I:* Definición de los criterios de inclusión y exclusión. Estos son términos claves que se utilizará en las diferentes bases de datos, con el fin de hacer una búsqueda uniforme en toda la literatura disponible.

*Paso II:* Construcción de la tabla de menciones de los FCE. La lista de artículos seleccionados se realizó a través de la consulta de bases de datos como EBSCO, Elsevier, Emerald, Springer, IEEE y Scopus, identificando artículos potenciales a analizar, esto a través de los criterios de inclusión y exclusión.

*Paso III:* Identificación de los FCE más importantes. Tomando como referencias la tabla construida en el paso anterior se determinaron los FCE más importantes a nivel mundial, se seleccionaron aquellos que se encuentren dentro del 80% con más menciones.

### 3.3 Realización del MA.

Como se mencionó en el capítulo anterior el MA es un análisis estadístico de una gran colección de resultados de análisis de estudios individuales con el propósito de integrar los hallazgos, en los últimos años esta técnica estadística ha obtenido gran popularidad en diferentes sectores, por lo que algunos softwares han incorporado el MA dentro de sus paquetes para que sea realice más fácilmente, aun así se tiene que saber qué tamaño de efecto y que modelo estadístico elegir, de acuerdo a la investigación que se está llevando a cabo, a continuación se explica los pasos para el estudio planteado en esta investigación.

*Paso I:* Determinación de los periodos a comparar. Para esto se construyó una gráfica con los artículos y su año de publicación con el fin de observar cuál era su comportamiento y determinar los periodos con un número de artículos equilibrado para cada uno.

*Paso II:* Construcción de la tabla de presencia y ausencia de los FCE. En esta están las menciones del factor en los artículos publicados en el periodo, y por consecuencia la ausencia es la diferencia del total menos el número en la presencia, todo esto a partir de la tabla construida en la revisión de literatura.

*Paso III:* Definición del estadístico a utilizar en el MA. Uno de los aspectos importantes que se tiene que elegir al realizar un MA es que tamaño de efecto utilizar, según Borenstein et al. (2009) el tipo de datos utilizados en los estudios primarios conducirá generalmente a un grupo de dos o tres tamaños de efecto que cumplan los criterios, lo que hace que el proceso de seleccionar un tamaño de efecto sea relativamente sencillo. Si los datos resumidos reportados por el estudio primario se basan en las medias y las desviaciones estándar en dos grupos, el tamaño del efecto apropiado será usualmente la diferencia bruta en las medias, la diferencia estandarizada en las medias o la razón de respuesta. Si el estudio primario informa de una correlación entre dos variables, entonces el coeficiente de correlación en sí puede servir como el tamaño del efecto. Si los datos de resumen se basan en un resultado binario, tales como eventos y no eventos en dos grupos, el estadístico apropiado apropiado suele ser odds ratio o la diferencia de riesgo.

*Paso IV:* Elección del modelo estadístico. La mayoría de los MA se basan en uno de dos modelos estadísticos, el modelo de efectos fijos o el modelo de efectos aleatorios. Bajo el modelo de efectos fijos suponemos que existe un verdadero tamaño del efecto (de ahí el

término efecto fijo) que subyace a todos los estudios del análisis, y que todas las diferencias en los efectos observados se deben al error de muestreo. Por el contrario, bajo el modelo de efectos aleatorios permitimos que el verdadero efecto podría variar de estudio a estudio. Por ejemplo, el tamaño del efecto podría ser mayor (o menor) en los estudios en los que los participantes son mayores, o más educados, o más sanos que en otros, o cuando se utiliza una variante más intensa de una intervención, y así sucesivamente. Debido a que los estudios difieren en las mezclas de los participantes y en la implementación de las intervenciones, entre otras razones, puede haber diferentes tamaños de efecto subyacentes a diferentes estudios (Borenstein et al., 2009).

*Paso V:* Realización del MA. Para llevarlo a cabo se utilizó StatsDirect software (2005), la cual es una herramienta especializada en análisis estadístico, brindando grandes ventajas al poder realizar el MA directamente, solo se utilizó la tabla de presencia y ausencia construida con los periodos a analizar y el software arrojó los resultados que se describirán en el siguiente capítulo.

### **3.4 Diseño del Instrumento para la recolección de datos.**

Para analizar y conocer la situación en la que se encuentran las IES actualmente, es necesario diseñar un instrumento, el cual se construyó a través de los FCE de SS convirtiéndose estos en las variables a medir a través de indicadores que se identificaron en la literatura.

Una variable es una característica observable o un aspecto discernible en un objeto de estudio que puede adoptar diferentes valores o expresarse en varias categorías (Zapata, 2005), en el presente estudio las variables son los FCE identificados anteriormente, las cuales serán medidas a través del cuestionario, el cual se construyó como se explica a continuación.

*Paso I:* Definición operacional de los constructos. De acuerdo a Kerlinger (1979) está constituida por una serie de procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente. En la definición operacional se debe tener en cuenta que lo que se intenta es obtener la mayor información posible de la variable seleccionada, de modo que se capte su sentido y se adecue al contexto, y para ello se

deberá hacer una cuidadosa revisión de la literatura disponible sobre el tema de investigación.

*Paso II:* Identificación de los indicadores para cada uno de los constructos. Acorde con lo mencionado anteriormente el instrumento de medida debe ser producto de tal operacionalización de la variable, a niveles observacionales mediante la definición de indicadores que permitan bajar su nivel de abstracción y sea factible observarla en la realidad, según Padua et al. (1979) la operacionalización es el pasaje de las dimensiones a los indicadores. Esto es reafirmado por Hernández et al. (2003) al plantear que la operacionalización de la variable permite el paso de los conceptos abstractos a los indicadores empíricos. De ahí que se definieron los indicadores para cada uno de los constructos planteados en el cuestionario.

*Paso III:* Asignación de ítems a los indicadores. Estos fueron identificados en encuestas relacionadas con SS publicadas en artículos y después asignados a los indicadores que correspondían.

*Paso IV:* Selección de escala a utilizar en el cuestionario. Como es un instrumento en que los encuestados indican su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las series de declaraciones que expresan una actitud favorable o desfavorable hacia la pregunta realizada, se utilizó la escala de medición Likert.

*Paso V:* Construcción del cuestionario. Con la información recolectada se realizó un cuestionario de 76 reactivos, midiendo un total de 12 constructos, 11 de FCE y 1 de benéficos obtenidos.

### **3.5 Aplicación del Instrumento**

Para poder cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación, es necesario llevar a cabo una buena aplicación del instrumento ya construido, a continuación se explica los pasos que se llevaron a cabo para realizar una aplicación planificada del instrumento.

*Paso I:* Definición de la población objetivo. Se eligió a través de los Consejos Regionales que son los órganos colegiados de la ANUIES responsables de la coordinación del trabajo regional y están integrados por los titulares de las instituciones asociadas ubicadas en

cada región. La ANUIES, por cuestiones operativas, ha dividido geográficamente al país en seis Consejos Regionales, que equivalen a igual número de regiones (ANUIES, 2017) las cuales se observan en la figura 3.



Figura 3: Consejos regionales según ANUIES (2017).

*Paso II:* Obtención del tamaño de la muestra. Es decir el número de elementos que deben incluirse en el estudio. La naturaleza de la investigación también tiene impacto en el tamaño de la muestra. En los diseños de investigación exploratoria, como los que utilizan la investigación cualitativa, el tamaño de la muestra suele ser pequeño. Si la investigación pretende ser concluyente, como las encuestas descriptivas, la muestra debe ser grande. También se requieren muestras grandes, si se busca obtener información sobre un gran número de variables. Con una muestra grande se reducen los efectos acumulativos del error de muestreo entre las variables. En general, para las decisiones más importantes se necesita más información y ésta debe obtenerse de forma más precisa. Esto requiere muestras más grandes, pero a medida que se incrementa el tamaño de la muestra, el costo de cada unidad de información será mayor. Por último, la decisión sobre el tamaño de la muestra debe estar guiada por la consideración de las restricciones de recursos. En cualquier proyecto de investigación hay limitaciones no sólo de tiempo y dinero, sino también de disponibilidad de personal calificado para la recolección de datos (Malhotra, 2008), en la presente investigación se enfrenta con limitaciones descritas por el autor en la cual el tiempo y el dinero son factores claves para cumplir con lo propuesto.

*Paso III:* Aplicación del instrumento. Se desarrolló el instrumento en una plataforma electrónica especializada para la construcción y distribución de encuestas, con lo que se

generó un instrumento en línea el cual se envió vía correo electrónico a todas las personas involucradas con proyectos de mejora continua y calidad en las IES de la población objetivo.

### **3.6 Validez del instrumento.**

De igual manera se debe hacer una validez del instrumento para ver si realmente se está midiendo lo que se pretende medir, por lo que se realizó una validación de constructo a través de un análisis factorial, los pasos a seguir se describen a continuación:

*Paso 1:* Revisión de supuestos de base de datos. Para que los resultados obtenidos sean confiables se debe realizar una revisión de supuestos los cuales son: datos faltantes, valores atípicos, normalidad univariada, normalidad multivariable y multicolinealidad los cuales se describen a continuación.

Identificación de datos faltantes. Estos existen si una encuesta quedo incompleta, la cual se debe identificar para poder seguir con los cálculos siguientes.

Obtención de valores atípicos. Estos son observaciones con una combinación única de características identificables como claramente diferentes de las otras observaciones (Hair, 2010). Pero cuando se consideran más de dos variables, los investigadores necesitan un medio para medir objetivamente las posiciones multidimensionales de cada observación en relación con algún punto común, que es el caso de esta investigación, esto es solucionada a través de la distancia de Mahalanobis. Este método estadístico indica la distancia en unidades de desviación estándar entre un conjunto de puntuaciones (vector) para un caso individual y la muestra significa para todas las variables (centroides). Se ha recomendado un nivel conservador de significación estadística para esta prueba de  $p < 0.001$  (Kline, 2005), donde se dice que si un vector tiene un valor  $p < 0.001$  es un dato atípico.

Normalidad univariada en las variables. Para DeCarlo (1997) una manera de medir la normalidad en cada una de las variables es a través del sesgo y la curtosis, estos estadísticos son dos maneras en que una distribución puede ser no normal, y pueden ocurrir por separado o juntos en una sola variable. El sesgo implica que la forma de una distribución unimodal es asimétrica respecto a su media. El sesgo positivo indica que la mayoría de las puntuaciones están por debajo de la media, y el sesgo negativo indica exactamente lo contrario. Para una distribución unimodal y simétrica, la curtosis positiva

indica colas más pesadas y un pico más alto y la curtosis negativa indica lo contrario, ambas en relación con una distribución normal con la misma varianza.

El valor del índice de curtosis estandarizado en una distribución normal es igual a 3.0, un valor mayor que 3.0 indica curtosis positivo y un valor menor que 3.0 indica curtosis negativo (DeCarlo, 1997), aunque Kline (2005) considera que hay menos consenso sobre el índice de curtosis, pero se han descrito valores absolutos de alrededor de 8.0 a más de 20.0 de este índice como curtosis extrema. Una regla muy conservadora, entonces, parece ser que los valores absolutos del índice de curtosis mayor que 10.0 pueden sugerir un problema y los valores mayores que 20.0 pueden indicar uno más serio.

Normalidad multivariable en la base de datos. Un prerequisite para la evaluación de la normalidad multivariable es la necesidad de comprobar la normalidad univariada ya que esta última es una condición necesaria, aunque no suficiente, para la normalidad multivariada (DeCarlo, 1997). Por este motivo, una vez comprobada la normalidad de cada una de las variables observadas consideradas individualmente, se hace necesario también contrastar la hipótesis de normalidad multivariante, para tal cálculo Mardia (1970,1974) propuso algunos tests para contrastar si la asimetría y la curtosis multivariantes del conjunto de variables observables permite asumir o no la hipótesis de normalidad.

Se revisó si existe multicolinealidad en los datos. Esto puede ocurrir porque lo que parecen ser variables separadas realmente miden la misma cosa, según Khine (2013) esto se refiere a situaciones en las que las variables medidas (indicadores) están demasiado relacionadas. Este es un problema en modelación de ecuaciones estructurales porque los investigadores usan medidas relacionadas como indicadores de un constructo y, si estas medidas están demasiado relacionadas, los resultados de ciertas pruebas estadísticas pueden estar sesgados.

*Paso II:* Elaboración del AFE. Este análisis de la matriz de correlaciones dictará las dimensiones latentes y sus resultados se utilizarán como indicación de validez de los constructos que se propusieron en el estudio. Para Arribas (2004) dice que la validez es el grado en que un instrumento de medida mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido. La validez de constructo es la de mayor interés, ya que es idónea para la evaluación de cuestionarios.

*Paso III:* Elaboración del AFC. El método más directo de validar los resultados es pasar a una perspectiva confirmatoria y evaluar la replicabilidad de los resultados, ya sea con una muestra dividida en el conjunto de datos original o con una muestra separada. La comparación de dos o más resultados de modelos de factores siempre ha sido problemática. Sin embargo, existen varias opciones para hacer una comparación objetiva. La aparición del AFC a través del modelado de ecuaciones estructurales ha proporcionado una opción, pero generalmente es más complicada y requiere paquetes de software adicionales (Hair, 2010).

*Paso IV:* Evaluación de la validez de constructo. Tomando como base los resultados del análisis factorial, esta se llevó a cabo mediante la revisión de los siguientes elementos: Validez de convergencia, validez discriminante, validez Cara a cara y validez nomológica (Hair, 2010).

Para asegurar que el instrumento tiene consistencia es decir si los diferentes ítems están relacionados entre sí y reafirmar la validez de convergencia, se realizó el cálculo del alfa de Cronbach en cada uno de los constructos, utilizando el software SPSS Statistics 22 (SPSS Inc. Released, 2013),

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados sobre el MA de los FCE, identificando cuales han tenido cambios en los últimos años, por otra parte se muestra el índice de alfa de Cronbach con resultados favorables para la investigación, algo parecido sucede con la validación del cuestionario donde el AFE fue adecuado a lo que se buscaba, finalmente se describe la información que se obtuvo de la aplicación del cuestionario en las IES públicas de la zona noroeste de México.

### 4.1 Resultados de los FCE

*Paso I:* Los criterios de inclusión y exclusión utilizados en las bases de datos disponibles son los que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Criterios de inclusión y exclusión

| <b>Criterios</b>                       |
|--|
| Six Sigma AND Higher Education         |
| Six Sigma AND Education                |
| Six Sigma AND University               |
| Six Sigma AND Academic Institutions    |
| Six Sigma AND Critical Success Factors |

Después de hacer la búsqueda se encontraron alrededor de 1500 artículos, de los cuales se revisó el título y resumen reduciendo la lista a 120, eliminando aquellos que no tenían los términos descritos en la tabla anterior en el título o en el resumen. Finalmente se construyó una lista de 52 artículos los cuales se leyeron completamente y se concluyó que incluían FCE de SS en el ambiente educativo, encontrando artículos de investigación, casos de estudio y revisiones.

*Paso II:* Con la información recabada en el paso I, se construyó una tabla con los artículos seleccionados para la investigación y las menciones de los diferentes FCE que tuvo cada artículo.

*Paso III:* Los FCE identificados son los que se muestran a continuación. Estos se determinaron de acuerdo a las menciones en los artículos publicados en diferentes revistas, quedando aquellos que estén dentro del 80% con más menciones.

- Cambio Cultural (CC)
- Participación y Compromiso de la Dirección (PCD)
- Educación-Entrenamiento (EE)
- Vinculación de Seis Sigma para el Cliente (VC)
- Priorización y Selección de Proyectos (PSP)
- La vinculación de Seis Sigma para la estrategia de negocios (VEI)
- Comunicación Entre Niveles (C)
- Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo (SMETE)
- Métricas de Rendimiento Claras (MRC)
- Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos y Sistema de Incentivos (VRH)
- Vinculación Seis Sigma para Proveedores (VP)

## 4.2 Resultados del MA

*Paso I:* Tratando de tener dos periodos equilibrados en cuanto al número de artículo que abarcarán, se realizó una gráfica que se muestra en la figura 4, de donde se eligieron como periodo 1 del año 2002 al 2014 y como periodo 2 del 2015 al 2016, donde los periodos quedaron con 29 y 23 artículos respectivamente.

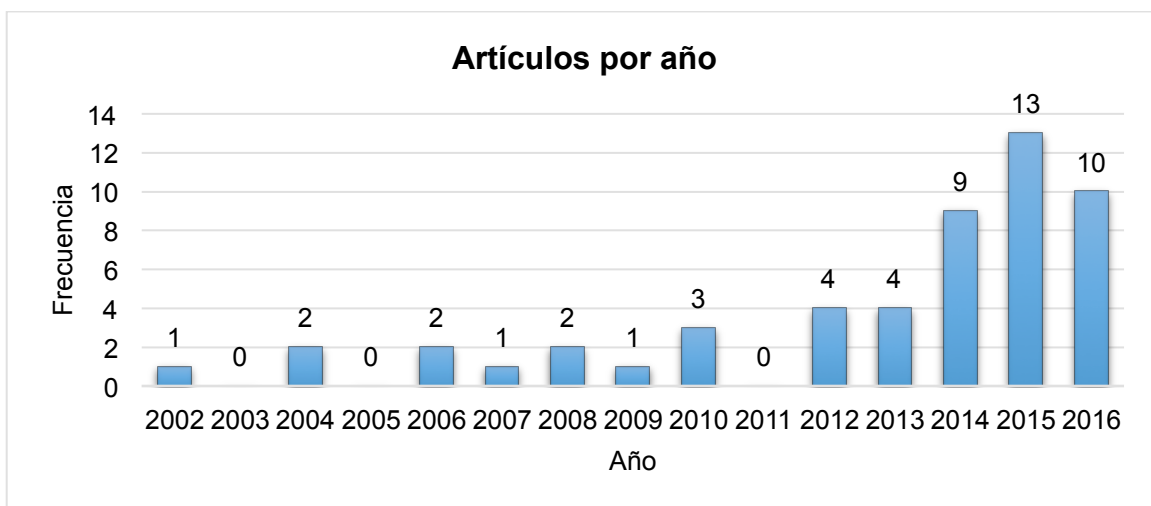


Figura 4: Número de artículos por año

*Paso II:* La tabla 2 muestra la presencia y ausencia de cada uno de los FCE seleccionados, con su respectivo número de menciones en los diferentes periodos analizados en esta investigación.

Tabla 2: Presencia y Ausencia de los FCE en los dos periodos

| FCE  | Periodo 1 (2002-2014) |            |            | Periodo 2 (2015-2016) |            |            |
|--|-----------------------|------------|------------|-----------------------|------------|------------|
|  | Presencia             | Ausencia   | n          | Presencia             | Ausencia   | n          |
| Cambio Cultural  | 13                    | 16         | 29         | 13                    | 10         | 23         |
| Participación y Compromiso de la Dirección                               | 21                    | 8          | 29         | 22                    | 1          | 23         |
| Educación-Entrenamiento  | 21                    | 8          | 29         | 14                    | 9          | 23         |
| Vinculación de Seis Sigma para el Cliente                                | 9                     | 20         | 29         | 9                     | 14         | 23         |
| Priorización y Selección de Proyectos                                    | 16                    | 13         | 29         | 11                    | 12         | 23         |
| La vinculación de Seis Sigma para la estrategia de negocios              | 5                     | 24         | 29         | 9                     | 14         | 23         |
| Comunicación Entre Niveles   | 7                     | 22         | 29         | 9                     | 14         | 23         |
| Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo                 | 12                    | 17         | 29         | 13                    | 10         | 23         |
| Métricas de Rendimiento Claras   | 12                    | 17         | 29         | 10                    | 13         | 23         |
| Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos y Sistema de Incentivos | 6                     | 23         | 29         | 4                     | 19         | 23         |
| Vinculación Seis Sigma para Proveedores                                  | 1                     | 28         | 29         | 4                     | 19         | 23         |
| <b>TOTAL</b>   | <b>123</b>            | <b>196</b> | <b>319</b> | <b>118</b>            | <b>135</b> | <b>253</b> |

*Paso III:* Se seleccionó odds ratio ya que tenemos dos periodos donde se comparan la presencia o ausencia de los FCE encontrados en los artículos de la literatura.

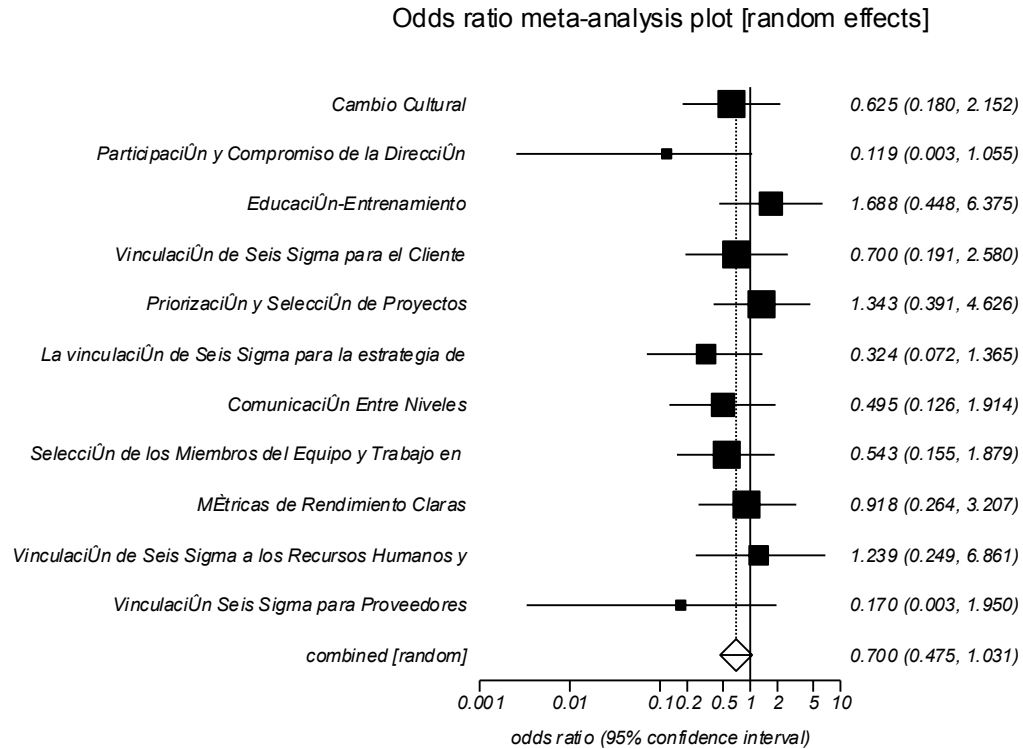
*Paso IV:* En el presente trabajo se realizó un MA de efectos aleatorios, como dice Borenstein et al. (2009) cuando el investigador está acumulando datos de una serie de estudios que habían sido realizados por investigadores que operan independientemente, sería improbable que todos los estudios fueran funcionalmente equivalentes, es lo que sucede en el presente estudio, los artículos son de diferentes universidades, bibliotecas y ciudades del mundo y por lo tanto no se llevaron a cabo en condiciones similares. Típicamente, los sujetos o las intervenciones en estos estudios habrían diferido en maneras que habrían impactado en los resultados, y por lo tanto no deberíamos asumir un tamaño del efecto común. Por lo tanto, en estos casos el modelo de efectos aleatorios se justifica más fácilmente que el modelo de efectos fijos. Además, el objetivo de este

análisis suele generalizar a una serie de escenarios. Por lo tanto, si uno hacía el argumento de que todos los estudios utilizaban una población idéntica y estrechamente definida, entonces no sería posible extrapolar esta población a otros, y la utilidad del análisis sería severamente limitada

Paso V: Se utilizó el software StatsDirect Ltd (2005) el cual arrojó los siguientes resultados. Como primer análisis se tiene la tabla 3 con los odds para cada uno de los factores y una gráfica donde se puede analizar cómo ha sido el comportamiento de los FCE entre los dos periodos propuestos.

*Tabla 3:* Odds ratio para cada uno de los FCE

| Odds ratio | 95% CI (CML) | %Peso    | Fijo      | Aleatorio | FCE  |
|------------|--------------|----------|-----------|-----------|--|
| 0.6250     | 0.179848     | 2.151644 | 11.378556 | 11.654201 | Cambio Cultural  |
| 0.1193     | 0.002575     | 1.055093 | 9.628009  | 3.163771  | Participación y Compromiso de la Dirección   |
| 1.6875     | 0.448466     | 6.375269 | 6.126915  | 10.447414 | Educación-Entrenamiento  |
| 0.7000     | 0.190719     | 2.579713 | 9.846827  | 10.778335 | Vinculación de Seis Sigma para el Cliente  |
| 1.3426     | 0.391125     | 4.625664 | 7.822757  | 11.747925 | Priorización y Selección de Proyectos  |
| 0.3240     | 0.071683     | 1.364834 | 11.816193 | 8.822229  | La vinculación de Seis Sigma para la estrategia de Comunicación Entre Niveles              |
| 0.4949     | 0.125879     | 1.913916 | 10.83151  | 10.027589 | Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Métricas de Rendimiento Claras           |
| 0.5429     | 0.155332     | 1.879353 | 12.089716 | 11.560147 | Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos y Vinculación Seis Sigma para Proveedores |
| 0.9176     | 0.264413     | 3.206934 | 9.299781  | 11.560147 |  |
| 1.2391     | 0.249163     | 6.860962 | 5.032823  | 7.354669  |  |
| 0.1696     | 0.003329     | 1.950207 | 6.126915  | 2.883571  |  |



**Figura 5:** Gráfica del MA

Tomando en cuenta la gráfica obtenida en el MA realizado, se puede analizar la figura 5 donde se visualiza cada FCE así como el tamaño de su peso, es aquí donde se identifica si dichos factores aumentaron, disminuyeron o mantuvieron sus menciones en artículos publicados en los últimos años. Para identificar qué factores tuvieron algún cambio en sus menciones, se analiza su posición en la gráfica, esta proviene de un cociente entre los dos periodos.

En la figura 6 los factores que mayor destacan de acuerdo a lo mencionado anteriormente son *Participación y Compromiso de la Dirección*, *La vinculación de Seis Sigma para la estrategia de la Institución*, *Vinculación Seis Sigma para Proveedores*, *Comunicación Entre Niveles* y *Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo*, por lo tanto se realizó un segundo análisis considerando solamente a estos 5 factores, obteniendo los resultados que se exponen en la figura 6, donde se puede notar mediante el resumen de todos que se muestra en la parte inferior, el intervalo del efecto combinado menor que 1 porque las menciones en el periodo 2 son más grandes que en el periodo 1, por lo que se puede concluir que estadísticamente estos 5 factores aumentaron sus menciones en artículos en los años 2015-2016.

Odds ratio meta-analysis plot [random effects]

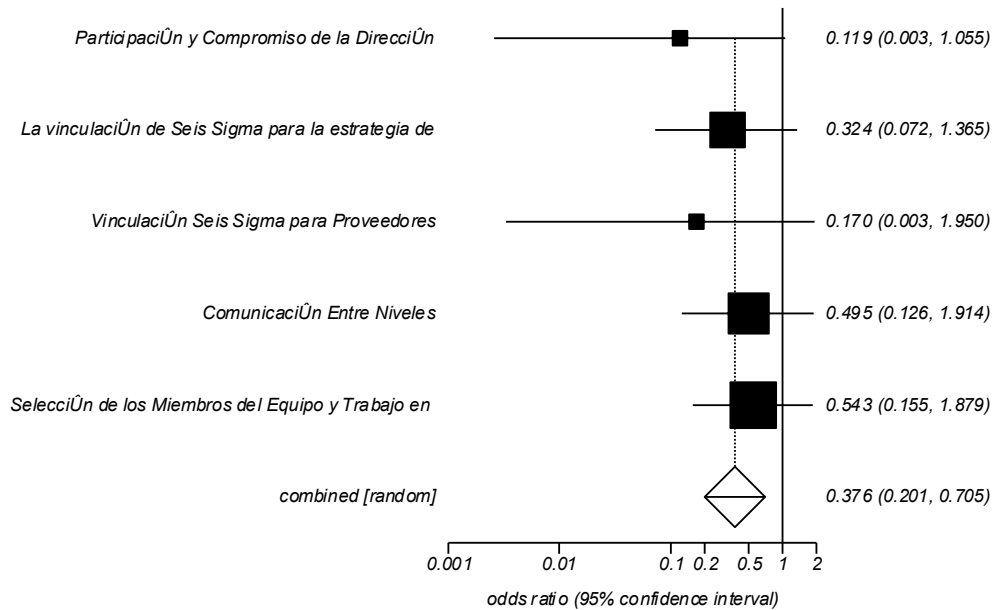


Figura 6: FCE que aumentaron sus menciones

En la figura 7 se presenta el resto de los FCE los cuales son: *Cambio Cultural, Vinculación de Seis Sigma para el Cliente, Métricas de Rendimiento Claras, Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos y Sistemas de Incentivos, Priorización y Selección de Proyectos y Educación-Entrenamiento*, al analizar los resultados se concluye estadísticamente que estos 6 FCE mantuvieron sus menciones en los años de 2012-2016, ya que en el intervalo para el efecto combinado comprende al 1.

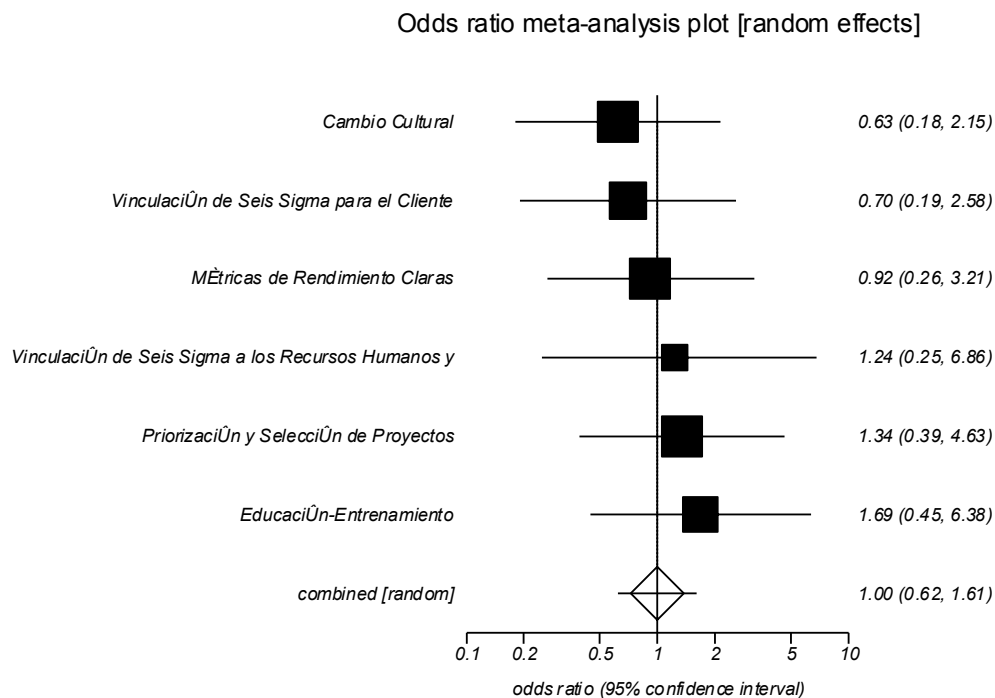


Figura 7: FCE que mantuvieron sus menciones

El realizar un MA a la revisión de literatura tiene como objetivo hacer análisis estadístico de una gran colección de resultados de análisis de estudios individuales con el propósito de integrar los hallazgos, es decir ampliar la comprensión sobre los factores que hacen una implementación exitosa de SS en el sector educativo.

### 4.3 Resultados del Diseño del Instrumento

*Paso 1:* Se presenta a continuación la definición operacional construida para cada uno de los factores partiendo de la información que previamente se consult  en la literatura.

*Cambio Cultural:* Es el cambio de actitud del personal al motivarse con la responsabilidad de que la calidad es parte de su trabajo diario y el mejor camino para vencer la resistencia al cambio es con la comunicación, motivación y educación.

*Participación y Compromiso de la Dirección:* La alta dirección es clave en la conducción de estrategias de mejora continua, a través de la comunicación de las metas a los empleados, asegurándose que la organización las comprenda, proveyendo el soporte financiero, participando y revisando los proyectos que se realicen, con esto se nota el

compromiso que la alta dirección tiene en la conducción de las acciones para implementar la cultura de SS.

*Entrenamiento-Educación:* Es el proceso mediante el cual la organización se compromete en dar los recursos para proveer a los empleados de los principios, técnicas y herramientas de la metodología SS para mejorar procesos. Además fomenta liderazgo y trabajo en equipo; a través de un programa planeado y estructurado en niveles (YB, GB, BB, CB, MB) de aplicación de dichas metodologías con el propósito de desarrollar proyectos para mejorar los procesos.

*Vinculación con el cliente:* Enfocarse al cliente para cumplir con sus necesidades y expectativas es el principal elemento de cualquier iniciativa de mejora de calidad, se tiene que vincular los proyectos SS con el cliente, también tener una comunicación para recibir una evaluación periódicamente y así poder aumentar el impacto en los resultados obtenidos, por lo tanto el mejorar en la satisfacción del cliente es determinante para garantizar el éxito.

*Priorización y Selección de Proyectos:* Para una administración correcta de los proyectos debe existir un proceso que asegure la selección y priorización del proyecto que tenga la capacidad de mostrar mejoras apreciables, para esto algunos puntos importantes son: impacto en los requerimientos del cliente, el impacto financiero, la mejora en áreas pobres, la factibilidad de los recursos requeridos y la complejidad de los proyectos.

*Vinculación de los proyectos de mejora con la estrategia de la institución.:* La metodología SS no debe verse como una estrategia de mejora aislada, la alta dirección debe incorporarla con la estrategia de la institución como parte fundamental del plan de mejora continua. Todos los involucrados deben conocer cuál es la estrategia de que se está siguiendo para poder relacionar los proyectos SS y estos asumen una responsabilidad financiera por parte de la empresa, y así lograr un impacto en los objetivos financieros y operacionales de la institución.

*Comunicación entre Niveles:* La comunicación es el medio por el cual los trabajadores se comprometen con su trabajo al establecer un lenguaje común entre los diferentes departamentos así como en los diferentes niveles de empleados que existen en la empresa para implementar las estrategias de mejora continua, así también las reuniones regulares del equipo de SS para compartir opiniones y resultados son muestra de una buena comunicación en la empresa.

*Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo:* La selección de los miembros del equipo está en función de sus habilidades para transferir el conocimiento, esperando que usen métodos y herramientas para resolver de manera eficaz los problemas que se presenten a diario dentro de la organización. El equipo debe ser multidisciplinario para que exista diferentes experiencias y formaciones para un mejor funcionamiento de este, debe de existir un sistema que mida cuan eficiente es el equipo en sus tareas.

*Métricas de Rendimiento Claras:* Para que un proyecto sea exitoso, debe tener identificadas sus métricas de rendimiento, las cuales deben ser monitoreadas por los líderes. Estas métricas deben estar acorde a las metas de calidad y los requerimientos del cliente, ya que al ver los resultados en estos términos los empleados se motivarán, aumentaran sus esfuerzos y compromiso con la calidad por ver avance en sus proyectos.

*Vinculación con Recursos Humanos y Sistemas de Incentivos:* El departamento de recursos humanos se encarga del aprendizaje y crecimiento de los empleados de la organización, para poder que SS crezca en la organización es necesario que cada persona la adopte como parte de su trabajo. Promover a los empleados a través de un programa de incentivos que reconozca la contribución al programa de SS es una estrategia que el departamento debe adoptar.

*Vinculación con los proveedores:* Se debe evaluar los proveedores en base a la calidad y así seleccionar a los mejores, para después involucrarlos en el proyecto SS que se lleven a cabo dentro de la institución y así solucionar en conjunto los problemas que se presenten, esto se puede lograr con una comunicación efectiva y se aseguraría la relación a largo plazo.

*Paso II:* Los indicadores de los constructos que se definieron se muestran en la tabla 4.

*Tabla 4:* Indicadores de los diferentes constructos

| <b>FCE</b>  | <b>Indicadores</b>   |
|---|--|
| <b>Cambio Cultural</b>                            | Cambio de Actitud<br>Motivación  |
| <b>Participación y Compromiso de la Dirección</b> | Conducción de estrategias<br>Participación activa en los Proyectos<br>Implementación de la cultura de calidad en la Institución<br>Disponibilidad de recursos financieros para las actividades de mejora |
| <b>Entrenamiento-Educación</b>                    | Disponibilidad de recursos para el entrenamiento<br>Entrenamiento en la calidad en todos los niveles<br>Desarrollo de líderes<br>Entrenamiento en las herramientas de seis sigma                         |

Tabla 4: Continuación

| FCE  | Indicadores   |
|--|---|
| <b>Vinculación con el cliente</b>  | Identificación de las necesidades del cliente<br>Compromiso en mejorar la satisfacción del cliente<br>Evaluación periódica de la relación con el cliente<br>Comunicar los objetivos comunes al cliente  |
| <b>Priorización y Selección de Proyectos</b>                                       | Proyectos para reducir costos<br>Proyectos para mejorar las áreas más pobres de la Institución<br>Proceso de selección y priorización de proyectos  |
| <b>Vinculación de los proyectos de mejora con la estrategia de la institución.</b> | Impacto de los proyectos de mejora en los objetivos financieros y operacionales<br>Proyectos de acuerdo a las estrategias operacionales de la Institución<br>Conocimiento de las estrategias de la Institución  |
| <b>Comunicación entre Niveles</b>  | Comunicación entre los diferentes departamentos.<br>Comunicación de arriba hacia abajo y viceversa<br>Lenguaje común en técnicas y herramientas de seis sigma<br>Reuniones del equipo de SS   |
| <b>Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo</b>                    | Seleccionar miembros<br>Habilidades   |
| <b>Métricas de Rendimiento Claras</b>  | Medición y seguimientos de resultados por líderes<br>Comunicación de las metas de calidad<br>Traducir los requerimientos del cliente en metas de calidad  |
| <b>Vinculación con Recursos Humanos y Sistemas de Incentivos</b>                   | Incentivos<br>Promociones<br>Contribución al programa SS  |
| <b>Vinculación con los proveedores</b>   | Selección de proveedores en base a la calidad<br>Solución conjunta de problemas de calidad<br>Comunicación de las estrategias funcionales a los proveedores<br>Involucramiento de proveedores en los proyectos SS<br>Tener proveedores que hayan implementado SS<br>Relación de largo plazo con proveedores calificados |

*Paso III:* De las encuestas encontradas se construyó la tabla 5 en la cual se muestra el constructo, su indicador y el ítem que se le atribuyó así como el autor que lo propone.

Tabla 5: Indicadores de los constructos con sus respectivos ítems

| Constructo             | Indicador         | Ítem  | Autor                     |
|------------------------|-------------------|---|---------------------------|
| <b>Cambio Cultural</b> | Cambio de Actitud | Entienden y están comprometidos con la visión, valores y objetivos de calidad de la Institución                                   | (Deshmukh y Lakhe, 2009)  |
|                        | Cambio de Actitud | Comparte un alto grado de compromiso para que las estrategias de la Institución sean una realidad                                 | (Alrasheedi et al., 2015) |
|                        | Cambio de Actitud | Considera el realizar proyectos de mejora de la calidad como un medio vital para lograr objetivos a largo plazo en la universidad | (Alrasheedi et al., 2015) |
|                        | Motivación        | Sus opiniones son consideradas al implementar nuevas ideas  | (Alrasheedi et al., 2015) |

Tabla 5: Continuación

| Constructo  | Indicador   | Ítem  | Autor                           |
|---|---|---|---------------------------------|
| <b>Cambio Cultural</b>                            | Motivación  | Tienen facultad de tomar decisiones apropiadas con respecto a la ejecución del trabajo.   | (Alrasheedi et al., 2015)       |
|   | Motivación  | Se motiva al personal involucrado en los proyectos de mejora a trabajar en equipos interdisciplinarios para compartir, difundir y adquirir conocimientos acerca de la estrategia de mejora de la calidad. | (Alrasheedi et al., 2015)       |
| <b>Participación y Compromiso de la Dirección</b> | Conducción de estrategias   | Da soporte y participa activamente en las actividades de mejora de la calidad (formación, la selección de proyectos, revisión y evaluación de resultados de fase).  | (Yi-zhong et al., 2008)         |
|   | Conducción de estrategias   | Ha construido un entorno de aprendizaje, innovación y facultad para la toma de decisiones.  | (Yi-zhong et al., 2008)         |
|   | Participación activa en los PM  | Asume la responsabilidad del funcionamiento del proyecto  | (Jeyaraman y Teo, 2010)         |
|   | Participación activa en los PM  | Participa durante la selección de los miembros del equipo basándose en las competencias del personal.   | (Ray et al., 2012)              |
|   | Implementación de la cultura de calidad en la Institución             | Fomenta la participación del personal en todos los niveles en la aplicación de proyectos de mejora de la calidad  | (Desai et al., 2012)            |
|   | Disponibilidad de recursos financieros para las actividades de mejora | Suministra el presupuesto adecuado y recursos para el proyecto de mejora de la calidad.   | (Desai et al., 2012)            |
|   | Disponibilidad de recursos para el entrenamiento                      | Se disponen de recursos para la formación del personal.   | (Antony et al., 2002)           |
| <b>Entrenamiento-Educación</b>                    | Entrenamiento en la calidad en todos los niveles                      | Se proporciona formación relacionada con calidad a los directivos, administrativos y profesores.  | (Antony et al., 2002)           |
|   | Desarrollo de líderes   | La formación al personal se da en habilidades interactivas (tales como habilidades de comunicación, habilidades de reuniones eficaces, empoderamiento y capacidad de liderazgo).                          | (Antony et al., 2002)           |
|   | Entrenamiento en las herramientas de seis sigma                       | El personal del equipo tiene un conocimiento adecuado de las herramientas, técnicas y software estadístico para la implementación exitosa de los proyectos de mejora de la calidad.                       | (Ray et al., 2012)              |
|   | Entrenamiento en las herramientas de seis sigma                       | Se tiene establecido un programa formal de entrenamiento.   | (Laosirihongthong et al., 2006) |

Tabla 5: Continuación

| Construceto                                  | Indicador   | Ítem  | Autor                           |
|--|---|---|---------------------------------|
| <b>Entrenamiento- Educación</b>              | Entrenamiento en las herramientas de seis sigma               | El entrenamiento recibido tiene un impacto en el nivel de participación del personal.   | (Laureani y Antony, 2015)       |
| <b>Vinculación con el cliente</b>            | Identificación de las necesidades del cliente                 | Los proyectos de mejora de calidad están relacionados con las necesidades del cliente.  | (Ho et al., 2008)               |
|  | Compromiso en mejorar la satisfacción del cliente             | El personal entiende como sus actividades están vinculadas con el cliente.  | (Antony, 2014)                  |
|  | Compromiso en mejorar la satisfacción del cliente             | Los clientes participan en proyectos de mejora de calidad.  | (Chakrabarty, 2009)             |
|  | Evaluación periódica de la relación con el cliente            | Se evalúa periódicamente la importancia de la relación (quejas y necesidades) con el cliente.   | (Habidin y Yusof, 2013)         |
|  | Comunicar los objetivos comunes al cliente                    | El cliente da retroalimentación de acuerdo al desempeño de la calidad.  | (Habidin y Yusof, 2013)         |
|  | Comunicar los objetivos comunes al cliente                    | Se comunica la meta/objetivo común a todos los niveles de la institución y al cliente.  | (Laosirihongthong et al., 2006) |
| <b>Priorización y Selección de Proyectos</b> | Proyectos para reducir costos                                 | La selección y priorización de proyectos mejoran la ventaja competitiva de la institución, la rentabilidad, el tiempo de entrega y de servicio. | (Jeyaraman y Teo, 2010)         |
|  | Proyectos para mejorar las áreas más pobres de la Institución | Los proyectos se enfocan en mejorar una o dos métricas(indicadores)   | (Holmes et al., 2015)           |
|  | Proyectos para mejorar las áreas más pobres de la Institución | La selección de proyectos se enfoca en áreas de bajo rendimiento de la institución.   | (Desai et al., 2012)            |
|  | Proceso de selección y priorización de proyectos              | Existe un proceso sistemático de selección de proyectos para mejorar la calidad.  | (Yi-zhong et al., 2008)         |
|  | Proceso de selección y priorización de proyectos              | Se desarrollan habilidades para la gestión de proyectos   | (Desai et al., 2012)            |
|  | Proceso de selección y priorización de proyectos              | Los proyectos son completados dentro de cuatro a seis meses   | (Holmes et al., 2015)           |

Tabla 5: Continuación

| Constructo   | Indicador   | Ítem   | Autor   |
|--|---|--|---|
| <b>Vinculación de los proyectos de mejora con la estrategia de la institución.</b> | Impacto de los proyectos de mejora en los objetivos financieros y operacionales | Se orientan los proyectos sobre mejoras que tienen un impacto directo en los objetivos financieros y operativos de la institución.       | (Desai et al., 2012)  |
|  | Proyectos de acuerdo a las estrategias operacionales de la Institución          | Los proyectos de mejora de la calidad se seleccionan y ejecutan de acuerdo con las estrategias de la institución.                        | (Deshmukh y Lakhe, 2009)  |
|  | Proyectos de acuerdo a las estrategias operacionales de la Institución          | Los directivos y jefes de carrera animan a llevar a cabo proyectos de mejora que están relacionados con la estrategia de la institución. | (Ho et al., 2008)   |
|  | Proyectos de acuerdo a las estrategias operacionales de la Institución          | La dirección revisa que el enfoque del proyecto de mejora se base en la estrategia de la institución.                                    | (Ho et al., 2008)   |
|  | Conocimiento de las estrategias de la Institución                               | Se comunican las estrategias de la institución a todos los niveles.  | (Laosirihongthong et al., 2006)   |
| <b>Comunicación entre Niveles</b>  | Comunicación entre los diferentes departamentos.                                | Existe un canal de comunicación fuerte y abierto entre el personal.  | (Alrasheedi et al., 2015)   |
|  | Comunicación entre los diferentes departamentos.                                | Hay una plataforma de información que puede ser compartida para fortalecer la comunicación.  | (Yi-zhong et al., 2008)   |
|  | Comunicación de arriba hacia abajo y viceversa                                  | Se da la comunicación eficaz de arriba hacia abajo y viceversa.  | (Antony et al., 2002)   |
|  | Comunicación de arriba hacia abajo y viceversa                                  | Los resultados del proyecto se comunican, se comparten y se aprende de ellos.  | (Yi-zhong et al., 2008)   |
|  | Lenguaje común en técnicas y herramientas de seis sigma                         | El personal tiene una buena comprensión de las técnicas y herramientas de los proyectos de mejora.                                       | (Antony, 2014)  |
|  | Reuniones del equipo de SS  | El personal involucrado en los proyectos de mejora se reúne regularmente.  | (Ho et al., 2008)   |
|  | <b>Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo</b>                 | Seleccionar miembros   | Existe personal dedicado de tiempo completo a la implementación de proyectos de mejora. |
| Seleccionar miembros   |   | Uno de los criterios para la selección de personal es el entrenamiento y participación en proyectos de mejora.                           | (Antony, 2014)  |

Tabla 5: Continuación

| Constructo   | Indicador   | Ítem  | Autor                    |
|--|---|---|--------------------------|
| <b>Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo</b>  | Seleccionar miembros                              | El trabajo en equipo contribuye al éxito de la implementación efectiva de proyectos de mejora.  | (Ray et al., 2012)       |
|  | Seleccionar miembros                              | Existen programas para la formación de equipos.   | (Yi-zhong et al., 2008)  |
|  | Habilidades.                                      | La estructura del equipo involucrado en los proyectos de mejora es adecuada y eficiente.  | (Yi-zhong et al., 2008)  |
|  | Habilidades.                                      | El personal involucrado en los proyectos de mejora puede resolver bien un problema mediante la aplicación de métodos y herramientas apropiados.                 | (Yi-zhong et al., 2008)  |
| <b>Métricas de Rendimiento Claras</b>                            | Medición y seguimientos de resultados por líderes | La medición del rendimiento de los proyectos de mejora de calidad está alineada con los objetivos de calidad de la institución.                                 | (Habidin y Yusof, 2013)  |
|  | Medición y seguimientos de resultados por líderes | Se recogen, procesan y analizan los datos mediante un proceso ya establecido.   | (Yi-zhong et al., 2008)  |
|  | Medición y seguimientos de resultados por líderes | Los datos y la información son completos, exactos y confiables.   | (Yi-zhong et al., 2008)  |
|  | Comunicación de las metas de calidad              | Se tiene un proceso integral de establecimiento de metas para la calidad.   | (Habidin y Yusof, 2013)  |
|  | Comunicación de las metas de calidad              | De acuerdo con la estrategia y la política de su institución, se ha establecido a detalle los objetivos y planes para la implementación de proyectos de mejora. | (Yi-zhong et al., 2008)  |
|  | Traducir los requerimientos del cliente en metas  | Se traduce las necesidades y expectativas de los clientes en metas de calidad.  | (Habidin y Yusof, 2013)  |
|  |   |   |                          |
| <b>Vinculación con Recursos Humanos y Sistemas de Incentivos</b> | Incentivos  | Se vincula el desempeño del personal con los objetivos de los proyectos de mejora.  | (Chakrabarty, 2009)      |
|  | Promociones                                       | En qué medida se considera el entrenamiento del personal involucrado en los proyectos de mejora para su promoción.  | (Desai et al., 2012)     |
|  | Promociones                                       | Existen diferentes métodos para promover el desarrollo de la carrera del personal.  | (Yi-zhong et al., 2008)  |
|  | Incentivos  | Se considera importante el reconocimiento público, los premios, etc. Para el éxito de la implementación efectiva de los proyectos de mejora.                    | (Ray et al., 2012)       |
|  | Contribución al programa SS                       | La administración de recursos humanos está alineada con el plan de desempeño de la calidad de la institución.   | (Deshmukh y Lakhe, 2009) |
|  | Contribución al programa SS                       | La medición/reconocimiento del personal involucrado en los proyectos de mejora se da para apoyar los objetivos de desempeño/calidad de la                       | (Deshmukh y Lakhe, 2009) |

institución.

Tabla 5: Continuación

| Constructo                             | Indicador   | Ítem  | Autor                           |
|--|---|---|---------------------------------|
| <b>Vinculación con los proveedores</b> | Selección de proveedores en base a la calidad                 | Se considera la calidad como el principal criterio en la selección de proveedores.    | (Deshmukh y Lakhe, 2009)        |
|  | Solución conjunta de problemas de calidad                     | Los problemas regularmente se resuelven en forma conjunta con los proveedores.        | (Habidin y Yusof, 2013)         |
|  | Comunicación de las estrategias funcionales a los proveedores | Se comunican las estrategias de calidad de la institución a los proveedores.          | (Laosirihongthong et al., 2006) |
|  | Involucramiento de proveedores en los proyectos SS            | Se involucra a los proveedores en proyectos de mejora                                 | (Desai et al., 2012)            |
|  | Tener proveedores que hayan implementado SS                   | Se tienen proveedores que han implementado un sistema de gestión de la calidad.       | (Desai et al., 2012)            |
|  | Relación de largo plazo con proveedores calificados           | Se establece una relación a largo plazo y de trabajo conjunto con proveedores claves. | (Deshmukh y Lakhe, 2009)        |

Con la información anterior se construyó un cuestionario de 76 reactivos con el objetivo de medir 12 constructos, el número de ítems fue de por lo menos 3 de acuerdo a lo mencionado por Hair (2010).

*Paso IV:* La escala de tipo Likert es muy utilizada para medir variables en un nivel ordinal a través de un conjunto organizado de ítems relativos a la variable que se quiere medir, y que son presentados a los sujetos de investigación con respuestas en forma de un continuo de aprobación-desaprobación para medir su reacción ante cada afirmación; las respuestas son ponderadas en términos de la intensidad en el grado de acuerdo o desacuerdo con el reactivo presentado y esa estimación le otorga al sujeto una puntuación por ítem y una puntuación total que permite precisar en mayor o menor grado la presencia del atributo o variable (Blanco, 2000). Dada la frecuencia en el uso y aceptación de la escala Likert en escenarios académicos nacionales e internacionales, es una excelente opción para la medición de variables siguiendo el enfoque cuantitativo, particularmente para medir actitudes en estudios de tipo extensivos. El trabajo para su diseño, construcción, validación, aplicación e interpretación es laborioso y sencillo a la vez, por lo cual se reitera, ha ganado un gran número de partidarios y se ha convertido en

un instrumento de gran demanda en la investigación (Blanco y Alvarado, 2005). En la presente investigación se utilizó la escala que se observa en la tabla 6.

Tabla 6: Escala Likert utilizada en el cuestionario

| Nunca | Casi nunca | A veces | Casi siempre | Siempre |
|-------|------------|---------|--------------|---------|
| 1     | 2          | 3       | 4            | 5       |

#### 4.4 Resultados de la aplicación del instrumento

*Paso 1:* El estudio se realizó en la zona que abarca los estados de Baja California, Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Baja California Sur; la Universidad Autónoma del Estado de Baja California (UABC) pertenece a esta zona geográfica, lo que facilitó la obtención de la información y visitas a las instituciones educativas. Además de seleccionar estos estados, se eligió a las IES públicas ya que atienden a poco más del 70% de la matrícula nacional de educación superior según (SEP, 2015), por lo que se el impacto sería mayor. A continuación se presenta la tabla 7 con el número de unidades académicas de acuerdo al tipo de sostenimiento al que pertenecen, las cuales serán la unidad de muestreo.

Tabla 7: Número de unidades académicas por estado de la región Noroeste

|                           | Federal  |         | Estatal  |         | Autónomo |         | Escuelas<br>Públicas | Alumnos |
|---------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------------------|---------|
|                           | Escuelas | Alumnos | Escuelas | Alumnos | Escuelas | Alumnos |                      |         |
| Sinaloa                   | 5        | 13 238  | 21       | 17 891  | 50       | 60 194  | 76                   | 91 323  |
| Sonora                    | 8        | 11 707  | 34       | 32 995  | 35       | 28 590  | 77                   | 73 292  |
| Baja<br>California        | 4        | 12 641  | 6        | 2 971   | 34       | 59 778  | 44                   | 75 390  |
| Baja<br>California<br>Sur | 1        | 3 076   | 6        | 5 037   | 7        | 5 056   | 14                   | 13 169  |
| Chihuahua                 | 8        | 19 571  | 25       | 9 229   | 33       | 52 347  | 66                   | 81 147  |
| Total                     | 26       | 60 233  | 92       | 68 123  | 159      | 205 965 | 277                  | 334 321 |

También se observa el número de unidades académicas por estado, así como el número de alumnos que atienden, esto de acuerdo a lo publicado por la SEP (2015). Como resultado se tiene un universo de 277 unidades académicas en los 5 estados, del cual se obtuvo el tamaño de muestra, descrito a continuación.

*Paso II:* Se calculó el tamaño de la muestra a través de la fórmula de población conocida, la cual es muy popular en investigaciones de mercado principalmente, esta fórmula fue propuesta por Krejcie y Morgan (1970) y después ha sido utilizada por muchas investigaciones, la fórmula se muestra en la ecuación.

$$\frac{Z_{\alpha}^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

*Ecuación 1: Formula tamaño de muestra para una población conocida por Krejcie y Morgan (1970)*

Donde:

- n: Tamaño de la muestra
- N: Tamaño de la población
- Z: Valor correspondiente a la distribución de Gauss
- p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar
- q: 1-p
- i: error que se prevé cometer

Entonces para la presente investigación se realizó el siguiente cálculo que se muestra en la ecuación 2.

$$n = \frac{(1.96^2)(277)(0.5)(0.5)}{(0.05^2)(277 - 1) + (1.96^2)(0.5)(0.5)}$$

*Ecuación 2: Calculo del tamaño de muestra para la presente investigación*

Al cumplir con el tamaño de la muestra que es de 162, se podrá hacer inferencias válidas sobre toda la población, el cual es el objetivo de dicha investigación.

*Paso III:* Para la aplicación primeramente si hizo contacto por correo electrónico, obtenido algunas respuestas, después se identificó aquellos que no contestaron por lo que se procedió hacer llamadas telefónicas aumentando la tasa de respuestas, finalmente se realizó una visita a las diferentes universidades de los estados seleccionados en la que se explicó los objetivos de la investigación y se invitó a participar aquellas personas que no lo hubieran hecho.

## 4.5 Resultados de la validez del instrumento

*Paso 1:* Como se planteó en la metodología, antes de realizar cualquier análisis, se debe verificar la normalidad multivariable, normalidad univariada, valores atípicos, falta de datos y multicolinealidad en la matriz de datos, por lo que a continuación se presentan los análisis correspondientes.

Como primer punto a verificar es la presencia de datos faltantes, lo cual no se presentó, ya que en el software se bloqueó para que no existieran encuestas incompletas.

El segundo paso es la obtención de valores atípicos, a continuación se presenta la tabla 8 con los resultados de la distancia de mahalanobis con los 20 valores más grandes.

*Tabla 8:* Distancia de mahalanobis obtenida

| Número de observación | Mahalanobis $d^2$ | $P_1$ | $P_2$ |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|
| 71                    | 121.099           | 0.001 | 0.106 |
| 128                   | 114.683           | 0.003 | 0.061 |
| 117                   | 114.481           | 0.003 | 0.009 |
| 8                     | 114.108           | 0.003 | 0.001 |
| 124                   | 113.977           | 0.003 | 0.000 |
| 19                    | 112.647           | 0.004 | 0.000 |
| 21                    | 111.172           | 0.005 | 0.000 |
| 115                   | 110.370           | 0.006 | 0.000 |
| 116                   | 108.983           | 0.008 | 0.000 |
| 70                    | 107.919           | 0.009 | 0.000 |
| 111                   | 107.651           | 0.010 | 0.000 |
| 68                    | 106.610           | 0.012 | 0.000 |
| 78                    | 106.479           | 0.012 | 0.000 |
| 103                   | 106.225           | 0.013 | 0.000 |
| 44                    | 104.051           | 0.018 | 0.000 |
| 25                    | 102.736           | 0.022 | 0.000 |
| 20                    | 99.516            | 0.037 | 0.000 |
| 37                    | 99.144            | 0.039 | 0.000 |
| 34                    | 98.857            | 0.040 | 0.000 |
| 5                     | 98.412            | 0.043 | 0.000 |

De la tabla anterior se infiere que solo la encuesta número 71 es considerada como valor atípico, la cual se tiene que eliminar ya que su valor p es de 0.001, pero en busca de tener mejores resultados en las siguiente pruebas se decidió eliminar las 4 encuestas siguientes

ya que están muy próximas a tener un valor p menor a 0.001, después de estos cálculos de un total de 144 encuestas, se quedaron con 139 para los cálculos siguientes.

Como siguiente supuesto analizar se tiene la normalidad univariada para lo cual se calculó los índice de sesgo y curtosis en cada una de las variables del estudio, los cuales se muestran en la tabla 9, en la que se observa que solo en las variables B5 y SMETE1 tienen valores de curtosis que sobrepasan con muy poco el límite de 3, pero ninguna variable sobre el valor de 10, por lo que se puede decir que existe normalidad univariada.

En la tabla 9 también se presenta el índice de curtosis multivariante y su relación crítica, que aparecen en la parte inferior de la curtosis y la relación crítica (C.R.), respectivamente.

Tabla 9: Sesgo y Curtosis para cada una de las variables.

|      | Variable | Min | Max    | Sesgo  | C.R.   | Curtosis | C.R. |
|------|----------|-----|--------|--------|--------|----------|------|
| B1   | 1        | 5   | -0.410 | -1.973 | -0.726 | -1.747   |      |
| B2   | 1        | 5   | -0.718 | -3.454 | 0.097  | 0.233    |      |
| B3   | 1        | 5   | -0.594 | -2.861 | 0.077  | 0.185    |      |
| B4   | 1        | 5   | -0.545 | -2.624 | -0.201 | -0.484   |      |
| B5   | 1        | 5   | -1.227 | -5.905 | 1.288  | 3.100    |      |
| VP1  | 1        | 5   | -0.530 | -2.549 | -0.498 | -1.198   |      |
| VP2  | 1        | 5   | -0.503 | -2.423 | -0.386 | -0.929   |      |
| VP3  | 1        | 5   | -0.145 | -0.700 | -0.830 | -1.997   |      |
| VP4  | 1        | 5   | -0.110 | -0.531 | -0.872 | -2.098   |      |
| VP5  | 1        | 5   | -0.150 | -0.720 | -0.575 | -1.384   |      |
| VP6  | 1        | 5   | -0.497 | -2.394 | -0.474 | -1.140   |      |
| B6   | 1        | 5   | -0.559 | -2.692 | 0.054  | 0.131    |      |
| B7   | 1        | 5   | -0.753 | -3.627 | 0.116  | 0.279    |      |
| B8   | 1        | 5   | -0.705 | -3.393 | -0.256 | -0.615   |      |
| B9   | 1        | 5   | -0.455 | -2.188 | -0.561 | -1.350   |      |
| B10  | 1        | 5   | -0.805 | -3.877 | -0.078 | -0.189   |      |
| B11  | 1        | 5   | -0.482 | -2.320 | -0.812 | -1.953   |      |
| VRH1 | 1        | 5   | -0.454 | -2.186 | -0.534 | -1.285   |      |
| VRH2 | 1        | 5   | -0.318 | -1.528 | -0.725 | -1.744   |      |
| VRH3 | 1        | 5   | -0.499 | -2.404 | -0.438 | -1.054   |      |
| VRH4 | 1        | 5   | -0.382 | -1.840 | -0.771 | -1.857   |      |
| VRH5 | 1        | 5   | -0.616 | -2.963 | -0.571 | -1.375   |      |
| VRH6 | 1        | 5   | -0.490 | -2.358 | -0.572 | -1.376   |      |
| MRC1 | 1        | 5   | -1.156 | -5.566 | 1.024  | 2.464    |      |
| MRC2 | 1        | 5   | -0.635 | -3.055 | -0.409 | -0.984   |      |
| MRC3 | 1        | 5   | -0.714 | -3.436 | 0.004  | 0.009    |      |
| MRC4 | 1        | 5   | -0.840 | -4.045 | 0.024  | 0.058    |      |

|      |   |   |        |        |        |        |
|------|---|---|--------|--------|--------|--------|
| MRC5 | 1 | 5 | -0.931 | -4.479 | 0.564  | 1.358  |
| MRC6 | 1 | 5 | -0.701 | -3.374 | -0.085 | -0.205 |

Tabla 9: Continuación

|        | Variable | Min | Max    | Sesgo  | C.R.   | Curtosis | C.R. |
|--------|----------|-----|--------|--------|--------|----------|------|
| SMETE1 | 1        | 5   | -0.093 | -0.446 | -1.251 | -3.011   |      |
| SMETE2 | 1        | 5   | -0.270 | -1.300 | -0.857 | -2.063   |      |
| SMETE3 | 1        | 5   | -0.902 | -4.342 | 0.371  | 0.894    |      |
| SMETE4 | 1        | 5   | -0.018 | -0.085 | -0.956 | -2.300   |      |
| SMETE5 | 1        | 5   | -0.351 | -1.687 | -0.398 | -0.958   |      |
| SMETE6 | 1        | 5   | -0.510 | -2.456 | -0.369 | -0.888   |      |
| C1     | 1        | 5   | -0.694 | -3.343 | -0.231 | -0.555   |      |
| C2     | 1        | 5   | -0.615 | -2.958 | -0.550 | -1.324   |      |
| C3     | 1        | 5   | -0.475 | -2.285 | -0.197 | -0.475   |      |
| C4     | 1        | 5   | -0.299 | -1.440 | -0.663 | -1.596   |      |
| C5     | 1        | 5   | -0.335 | -1.610 | -0.462 | -1.113   |      |
| C6     | 1        | 5   | -0.261 | -1.258 | -0.611 | -1.471   |      |
| VEI1   | 1        | 5   | -0.448 | -2.157 | -0.315 | -0.758   |      |
| VEI2   | 1        | 5   | -0.613 | -2.951 | -0.245 | -0.589   |      |
| VEI3   | 1        | 5   | -0.462 | -2.224 | -0.558 | -1.343   |      |
| VEI4   | 1        | 5   | -0.824 | -3.966 | -0.073 | -0.175   |      |
| VEI5   | 1        | 5   | -0.724 | -3.483 | -0.195 | -0.470   |      |
| PSP1   | 1        | 5   | -0.763 | -3.671 | 0.212  | 0.509    |      |
| PSP2   | 1        | 5   | -1.246 | -5.996 | 1.546  | 3.721    |      |
| PSP3   | 1        | 5   | -0.536 | -2.582 | -0.024 | -0.059   |      |
| PSP4   | 1        | 5   | -0.374 | -1.800 | -0.596 | -1.435   |      |
| PSP5   | 1        | 5   | -0.408 | -1.962 | -0.563 | -1.354   |      |
| PSP6   | 1        | 5   | -0.373 | -1.796 | -0.506 | -1.219   |      |
| VC1    | 1        | 5   | -0.990 | -4.767 | 0.222  | 0.535    |      |
| VC2    | 1        | 5   | -0.884 | -4.257 | 0.831  | 2.000    |      |
| VC3    | 1        | 5   | -0.284 | -1.366 | -0.781 | -1.879   |      |
| VC4    | 1        | 5   | -0.475 | -2.288 | -0.901 | -2.168   |      |
| VC5    | 1        | 5   | -0.532 | -2.560 | -0.406 | -0.977   |      |
| VC6    | 1        | 5   | -0.730 | -3.514 | -0.167 | -0.401   |      |
| PCD6   | 1        | 5   | -0.320 | -1.540 | -0.895 | -2.154   |      |
| PCD5   | 1        | 5   | -0.722 | -3.475 | -0.229 | -0.550   |      |
| PCD4   | 1        | 5   | -0.524 | -2.524 | -0.631 | -1.519   |      |
| PCD3   | 1        | 5   | -0.748 | -3.602 | -0.338 | -0.814   |      |
| PCD2   | 1        | 5   | -0.513 | -2.471 | -0.337 | -0.811   |      |
| PCD1   | 1        | 5   | -0.690 | -3.323 | -0.484 | -1.166   |      |
| EE1    | 1        | 5   | -0.327 | -1.574 | -0.494 | -1.188   |      |
| EE2    | 1        | 5   | -0.475 | -2.288 | -0.389 | -0.936   |      |
| EE3    | 1        | 5   | -0.261 | -1.257 | -0.754 | -1.815   |      |
| EE4    | 1        | 5   | -0.308 | -1.481 | -0.504 | -1.214   |      |
| EE5    | 1        | 5   | -0.436 | -2.099 | -0.753 | -1.813   |      |

|     |   |   |        |        |        |        |
|-----|---|---|--------|--------|--------|--------|
| EE6 | 1 | 5 | -0.465 | -2.240 | -0.447 | -1.075 |
| CC6 | 1 | 5 | -0.699 | -3.364 | -0.004 | -0.009 |

Tabla 9: Continuación

|               | Variable | Min | Max    | Sesgo  | C.R.    | Curtosis | C.R. |
|---------------|----------|-----|--------|--------|---------|----------|------|
| CC5           | 1        | 5   | -0.546 | -2.627 | -0.379  | -0.913   |      |
| CC4           | 1        | 5   | -0.692 | -3.328 | 0.401   | 0.965    |      |
| CC3           | 2        | 5   | -1.073 | -5.165 | 0.181   | 0.436    |      |
| CC2           | 2        | 5   | -0.558 | -2.684 | -0.387  | -0.931   |      |
| CC1           | 1        | 5   | -0.821 | -3.953 | 0.209   | 0.502    |      |
| Multivariable |          |     |        |        | 361.794 | 19.587   |      |

Segun Raykov & Marcoulides (2008) mencionan que en la investigación aplicada, la normalidad multivariable se examina utilizando el valor normalizado de la curtosis multivariable de Mardia. Esto se hace comparando el coeficiente de Mardia para los datos en estudio con un valor calculado basado en la fórmula  $p(p + 2)$  donde  $p$  es igual al número de variables observadas en el modelo. En la presente investigación se cuenta con un total de 76 variables en la encuesta. Por lo que se realizó el cálculo con la fórmula propuesta de  $p(p+2)$ .

$$\text{Valor calculado} = p(p + 2)$$

$$\text{Valor calculado} = 76(76 + 2)$$

$$\text{Valor calculado} = 5928$$

Como se observa en la tabla 11 en el último renglón, se tiene un valor del índice de Mardia de 361.794 el cual es menor que el valor calculado de 5928, por lo que se concluye que se tiene normalidad multivariada en el conjunto de datos. Este cálculo también fue realizado por Khine (2013) donde describe un ejemplo y hace la comparación propuesta anteriormente y dice que si se obtiene un valor menor al valor calculado con el número de variables del modelo, se puede decir que existe normalidad multivariada.

Finalmente se verificó si existe multicolinealidad en los datos. La práctica habitual para verificar la multicolinealidad es calcular las correlaciones bivariadas para todas las variables medidas. Cualquier par de variables con una correlación mayor que  $r = 0.85$  significa problemas potenciales (Kline, 2005). Por lo que se calculó la matriz de correlaciones, en la cual se observó que no se tienen correlaciones mayores a 0.85, la correlación bivariada más grande es de 0.8338, por lo tanto se concluye que no existe el problema de la multicolinealidad en los datos del estudio.

*Paso II:* Un primer paso es realizar un análisis factorial para evaluar la idoneidad de los datos para el análisis factorial calcular la medida de adecuación de muestreo (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. La idoneidad del muestreo de KMO está relacionada con la idoneidad de la correlación entre los ítems del cuestionario. El valor sobre 0.60 es un valor aceptable (Khine, 2013). Si el valor de KMO es alto, la prueba de Bartlett se vuelve estadísticamente significativa. En la tabla 10 se muestra el valor de ambos índices los cuales demuestran que el análisis factorial es aplicable y la correlación entre los ítems es realmente alta.

*Tabla 10:* KMO y esfericidad de Bartlett obtenidos

| Prueba de KMO y Bartlett                            |                     |           |
|---|---------------------|-----------|
| Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo |                     | 0.930     |
|   | Aprox. Chi-cuadrado | 10879.778 |
| Prueba de esfericidad de Bartlett                   | gl                  | 2850      |
|   | Sig.                | 0.000     |

Un punto importante que se siguió fue eliminar las cargas factoriales menores a 0.5, de acuerdo a Hair (2010) donde propone una tabla con el tamaño de muestra y el valor de carga factorial adecuada, la cual se observa en la tabla 11, el tamaño de muestra de esta investigación es de 144 por lo que se tomó una n de 120 y una carga factorial significativa arriba de 0.5 aunque se pudo haber bajado hasta 0.45.

*Tabla 11:* Guía para identificar cargas factoriales significativas de acuerdo al tamaño de muestra, tomada de (Hair, 2010).

| Carga Factorial | Tamaño de muestra necesario |
|-----------------|-----------------------------|
| 0.30            | 350                         |
| 0.35            | 250                         |
| 0.40            | 200                         |
| 0.45            | 150                         |
| 0.50            | 120                         |
| 0.55            | 100                         |
| 0.60            | 85                          |
| 0.65            | 70                          |
| 0.70            | 60                          |
| 0.75            | 50                          |

Otro parte sustancial del AFE fue la rotación de factores, Hair (2010) dice que es la herramienta más importante en la interpretación de estos. El término rotación significa exactamente lo que implica. Específicamente, los ejes de referencia de los factores giraran sobre el origen hasta que se alcanza alguna otra posición. En la práctica, el objetivo de todos los métodos de rotación es simplificar las filas y columnas de la matriz de factores para facilitar la interpretación, como lo es el objetivo del método VARIMAX el cual fue utilizado en este AFE.

Se realizó un primer análisis, con todas las variables con el objetivo de extraer los 12 constructos propuestos, en la matriz de componentes rotados hay varios factores con cargas factoriales definidas en alguna columna, pero también hay algunos que no están definidos claramente.

En la tabla 12 se muestra la mejor solución que se obtuvo con un total de 49 variables y 9 constructos con cargas factoriales arriba de 0.5, después de haber realizado todo lo descrito anteriormente se puede concluir que estos constructos son válidos y se pueden medir por medio de los ítems propuestos.

Tabla 12: AFE con 9 Constructos y 49 Variables

| <b>Matriz de componente rotado</b> |            |      |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|------------|------|---|---|---|---|---|---|---|
|                                    | Componente |      |   |   |   |   |   |   |   |
|                                    | 1          | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| B2                                 | .748       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B3                                 | .745       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B4                                 | .597       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B5                                 | .722       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B6                                 | .710       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B7                                 | .700       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B8                                 | .754       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B9                                 | .698       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B10                                | .677       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| B11                                | .619       |      |   |   |   |   |   |   |   |
| VRH1                               |            | .610 |   |   |   |   |   |   |   |
| VRH2                               |            | .578 |   |   |   |   |   |   |   |
| VRH3                               |            | .697 |   |   |   |   |   |   |   |
| VRH4                               |            | .681 |   |   |   |   |   |   |   |
| VRH5                               |            | .647 |   |   |   |   |   |   |   |

Tabla 12: Continuación

|        | Componente |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|        | 1          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| VRH6   |            | .717 |      |      |      |      |      |      |      |
| VP1    |            |      | .540 |      |      |      |      |      |      |
| VP2    |            |      | .662 |      |      |      |      |      |      |
| VP3    |            |      | .716 |      |      |      |      |      |      |
| VP4    |            |      | .764 |      |      |      |      |      |      |
| VP5    |            |      | .653 |      |      |      |      |      |      |
| VP6    |            |      | .689 |      |      |      |      |      |      |
| PCD1   |            |      |      | .693 |      |      |      |      |      |
| PCD2   |            |      |      | .637 |      |      |      |      |      |
| PCD3   |            |      |      | .630 |      |      |      |      |      |
| PCD4   |            |      |      | .662 |      |      |      |      |      |
| PCD5   |            |      |      | .691 |      |      |      |      |      |
| EE1    |            |      |      |      | .713 |      |      |      |      |
| EE2    |            |      |      |      | .674 |      |      |      |      |
| EE3    |            |      |      |      | .660 |      |      |      |      |
| EE5    |            |      |      |      | .645 |      |      |      |      |
| EE6    |            |      |      |      | .622 |      |      |      |      |
| MRC1   |            |      |      |      |      | .547 |      |      |      |
| MRC2   |            |      |      |      |      | .691 |      |      |      |
| MRC3   |            |      |      |      |      | .517 |      |      |      |
| MRC4   |            |      |      |      |      | .603 |      |      |      |
| MRC5   |            |      |      |      |      | .645 |      |      |      |
| MRC6   |            |      |      |      |      | .574 |      |      |      |
| CC1    |            |      |      |      |      |      | .747 |      |      |
| CC2    |            |      |      |      |      |      | .739 |      |      |
| CC3    |            |      |      |      |      |      | .725 |      |      |
| CC6    |            |      |      |      |      |      | .549 |      |      |
| C1     |            |      |      |      |      |      |      | .647 |      |
| C2     |            |      |      |      |      |      |      | .663 |      |
| C3     |            |      |      |      |      |      |      | .585 |      |
| C6     |            |      |      |      |      |      |      | .513 |      |
| SMETE1 |            |      |      |      |      |      |      |      | .828 |
| SMETE2 |            |      |      |      |      |      |      |      | .520 |
| SMETE4 |            |      |      |      |      |      |      |      | .599 |

Para finalizar el AFE, se revisó el porcentaje de explicación de la varianza total el cual es un 75%, lo cual se puede ver en la tabla 13, donde se observa que componentes son los que aportan más y cuales menor proporción, es de suma importancia mencionar que en la segunda columna son los valores propios y todos son mayores que 1.

*Tabla 13:* Varianza total explicada del AFE

| Componente | Sumas de rotación de cargas al cuadrado |               |             |
|------------|---|---------------|-------------|
|            | Total                                   | % de varianza | % acumulado |
| 1          | 7.175                                   | 14.642        | 14.642      |
| 2          | 4.797                                   | 9.789         | 24.431      |
| 3          | 4.653                                   | 9.495         | 33.927      |
| 4          | 4.299                                   | 8.774         | 42.700      |
| 5          | 4.182                                   | 8.535         | 51.236      |
| 6          | 3.798                                   | 7.751         | 58.987      |
| 7          | 3.352                                   | 6.841         | 65.828      |
| 8          | 2.536                                   | 5.176         | 71.004      |
| 9          | 2.332                                   | 4.760         | 75.764      |

Método de extracción: análisis de componentes principales.

*Paso III:* Después de que se realizó el AFE, se prosiguió a llevar a cabo el AFC en el programa AMOS versión 23 (Arbuckle, 2014). Para hacer el AFC se revisó de nuevo normalidad multivariada, multicolinealidad y valores atípicos, todos los indicadores estuvieron dentro de rango, solamente surgieron cuatro encuestas con un valor p menor a 0.001, por lo que se eliminaron por ser consideradas atípicas y que no afecten al modelo propuesto, por lo que el total de encuestas quedó en 135.

Con el modelo de medición especificado, los investigadores llegan al evento más fundamental en la prueba: ¿es válido el modelo de medición?, la validez del modelo de medición depende de establecer niveles aceptables de bondad de ajuste para el modelo de medición y encontrar evidencia específica de validez de constructo (Hair, 2010).

Existe una gran relación de índices de ajuste del modelo que a través de los años han ido evolucionando y surgiendo algunos otros, a continuación se presenta la tabla 14 con los índices encontrados, así como el autor que lo propone.

Tabla 14: Índices de ajuste de modelo

| Índice                             | (Schumacker & Lomax, 2016)   | (Hair, 2010)  | (Kline, 2005)  | (Browne & Cudeck, 1993) | (Bollen, 1989)   |
|------------------------------------|--|---|--|-------------------------|--|
| <b>Chi-square</b>                  | Compara el valor de $\chi^2$ obtenido con el valor presentado para los GL dados. | Se busca un valor de $X^2$ relativamente pequeño (y un valor de p grande correspondiente) que indica ninguna diferencia estadísticamente significativa entre las dos matrices, para apoyar la idea de que una teoría propuesta se ajusta a la realidad. | El valor de $\chi^2$ para un modelo recién identificado es generalmente igual a cero y no tiene grados de libertad. Si $\chi^2 = 0$ , el modelo encaja perfectamente con los datos |                         |  |
| <b>Normed chi-square</b>           |  | Las relaciones en el orden 3: 1 o menos están asociadas con modelos de mejor ajuste.  | No hay una directriz clara sobre qué valor de la una chi cuadrada normalizada es mínimamente aceptable   |                         | No hay consenso sobre lo que representa un buen ajuste con recomendaciones que van desde relaciones de 3, 2, o menos, hasta 5. |
| <b>Goodness-of-fit index (GFI)</b> | Valor cercano a 0.90 o 0.95 refleja un buen ajuste                               | Valores de 0 a 1, con valores grandes indica un buen ajuste, 0.90 y 0.95 son aceptables. (Reciente desarrollo de otros índices ha llevado a una disminución en el uso)  | GFI = 1.0 indica ajuste perfecto del modelo, GFI > .90 puede indicar un buen ajuste, y valores cercanos a cero indican un ajuste muy pobre.  |                         |  |

Tabla 14: Continuación

| Índice                                    | (Schumacke & Lomax, 2016)  | (Hair, 2010)  | (Kline, 2005)  | (Browne & Cudeck, 1993) | (Bollen, 1989) |
|---|--|---|--|-------------------------|----------------|
| <b>GFI adjusted (AGFI)</b>                | Valor ajustado para GL, con 0.90 o 0.95 un buen ajuste de modelo                             |   |  |                         |                |
| <b>Standardized RMR (SRMR)</b>            | Valores menor que .05 indica un buen ajuste de modelo  | La regla de oro es que valores mayores a 0.1 sugieren problemas de ajuste.                                | Los valores del SRMR inferiores a .10 generalmente se consideran favorables. |                         |                |
| <b>Tucker-Lewis Index (TLI)</b>           | Un valor cercano a .90 o .95 refleja un buen ajuste de modelo.                               | Los modelos con buen ajuste tienen valores que se acercan a 1   |  |                         |                |
| <b>Normed fit index (NFI)</b>             | Un valor cercano a .90 o .95 refleja un buen ajuste de modelo.                               | Oscila entre 0 y 1, y un modelo con el ajuste perfecto produciría un NFI de 1                             |  |                         |                |
| <b>Parsimony fit index (PNFI)</b>         | Compara valores en modelos alternativos. 0 (Sin ajuste) a 1 (ajuste perfecto)                | Los valores altos representan un ajuste mejor, por lo que se puede utilizar de la misma manera que el NFI |  |                         |                |
| <b>Akaike information criterion (AIC)</b> | Compara valores en modelos alternativos. 0 (ajuste perfecto) a valor positivo (Ajuste pobre) |   |  |                         |                |

Tabla 14: Continuación

| Índice                                    | (Schumacke & Lomax, 2016) | (Hair, 2010)  | (Kline, 2005)   | (Browne & Cudeck, 1993) | (Bollen, 1989) |
|---|---------------------------|---|---|-------------------------|----------------|
| <b>Comparative Fit Index (CFI)</b>        |                           | Los valores del CFI por encima de 0,90 suelen estar asociados con un modelo que se ajusta bien. | Una regla empírica para el CFI y otros índices incrementales es que los valores mayores que aproximadamente .90 pueden indicar un ajuste razonablemente bueno del modelo. |                         |                |
| <b>Relative Noncentrality Index (RNI)</b> |                           | Los valores generalmente oscilan entre 0 y 1.   |   |                         |                |

Para Kline (2005) el conjunto mínimo de índices de ajuste que deben ser reportados e interpretados en el análisis son: el modelo chi cuadrado, el error cuadrático medio de aproximación (RMSEA), el índice de ajuste comparativo (CFI) y el residuo cuadrático medio de raíz estandarizado (SRMR). Este conjunto particular refleja el estado actual de la práctica y recomendaciones sobre qué reportar en los resúmenes escritos del análisis.

Lo anterior concuerda con lo propuesto por Hair (2010), que menciona que típicamente, el uso de tres a cuatro índices de ajuste proporciona evidencia adecuada del ajuste del modelo. La investigación actual sugiere que un conjunto bastante común de índices funciona adecuadamente en una amplia gama de situaciones y los investigadores no necesitan reportar todos los índices de ajuste de modelos porque son a menudo redundantes. Sin embargo, el investigador debe reportar al menos un índice incremental y un índice absoluto, además del valor chi cuadrado y los grados de libertad asociados. Por lo tanto, reportar el valor chi cuadrado y los grados de libertad, CFI o TLI, y el RMSEA por lo general proporcionará suficiente información única para evaluar un modelo. El SRMR puede reemplazar SMSEA también para representar un ajuste malo, mientras que los

otros representan bondad de ajuste. Al comparar modelos de diversa complejidad, el investigador puede también desear agregar el PNF1.

Como se mencionó anteriormente se realizó un AFC con el programa AMOS versión 23, partiendo de los resultados que se obtuvieron en el AFE. El modelo de medición propuesto es el que se muestra en la figura 8.

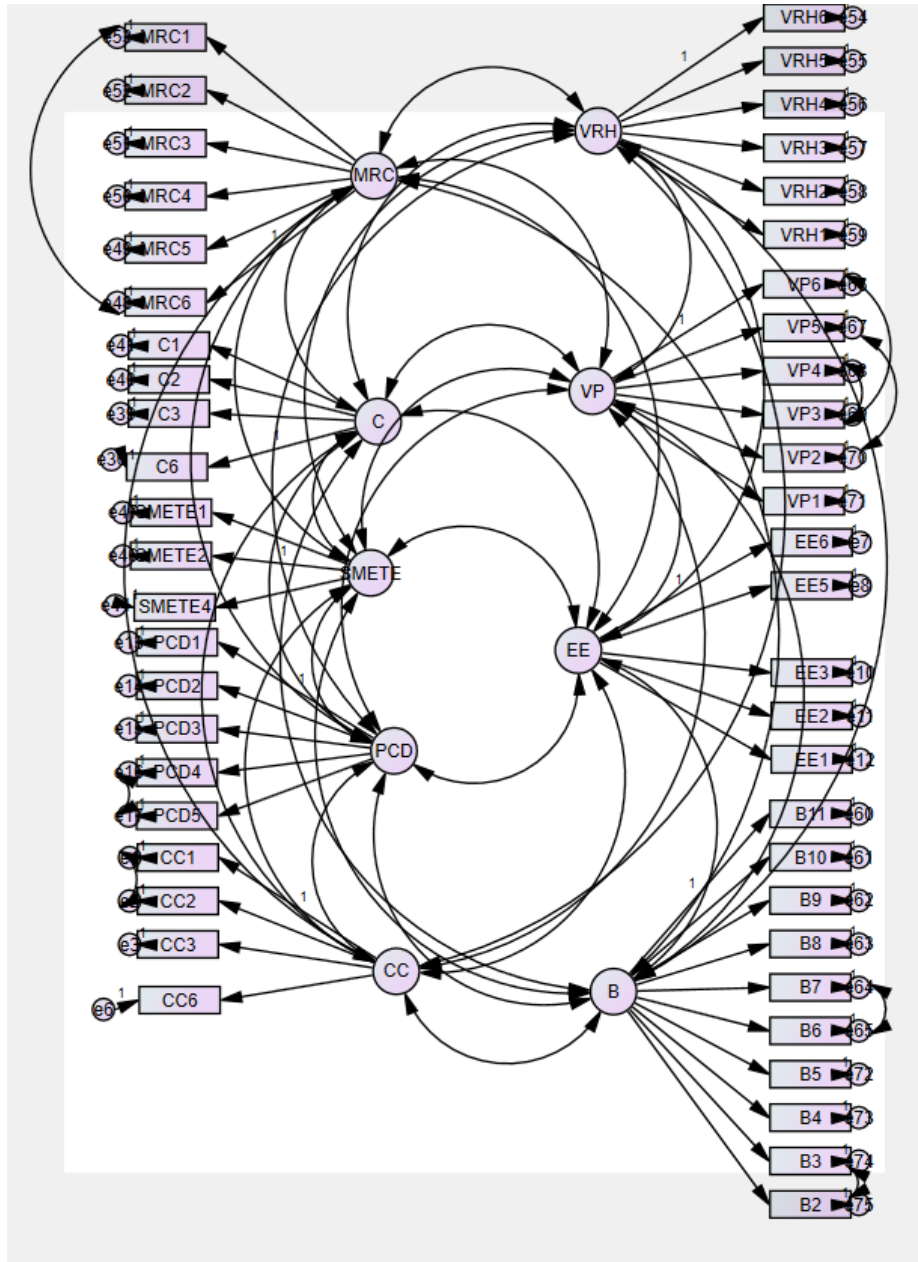


Figura 8: Modelo de medición propuesto

Por lo recomendado por Hair (2010) y Kline (2005) se analizarán en el modelo obtenido algunos índices que ellos recomiendan, los cuales se describen a continuación

Referente al valor chi cuadrado el modelo arrojó los valores que se muestran en la tabla 15. De acuerdo a Bollen (1989) un valor menor a 2 de chi cuadrado normalizado indica un buen ajuste, al realizar la división del valor chi cuadrado sobre los grados de libertad se obtiene un valor de 1.520 el cual es menor de 2, por lo que se concluye que se cumple con este criterio.

Tabla 15: Prueba Chi cuadrado normalizada obtenida del modelo

| Mínimo logrado (Modelo predeterminado) |       |
|--|-------|
| Chi cuadrado                           | 1646  |
| Grados de libertad                     | 1083  |
| Nivel de probabilidad                  | 0.000 |

EL siguiente índice recomendado es Comparative Fit Index (CFI) o Tucker–Lewis Index (TLI), para Schumacker & Lomax (2016) y Hair (2010) un ajuste perfecto es aquel que tiene un valor de 1 pero con valores sobre 0.90 se considera un modelo con buen ajuste. En la tabla 16 se muestran los resultados del modelo propuesto, donde se observa que se cumple con ambos índices.

Tabla 16: TLI y CFI obtenidos

| Modelo         | TLI<br>rho2 | CFI   |
|----------------|-------------|-------|
| Predeterminado | 0.901       | 0.908 |
| Saturado       |             | 1.000 |
| Independiente  | 0.000       | 0.000 |

Por último con relación al índice RMSEA para el cual Browne y Cudeck (1993) proponen que un valor aproximadamente de 0.05 o menos indicaría un buen ajuste, aunque mencionan también que un valor de aproximadamente 0.08 o menos indicaría un error razonable de aproximación y que no se debería aceptarse un modelo con una RMSEA mayor que 0.1. En la tabla 17 se muestra el RMSEA de 0.62 en un intervalo del 90% con un límite inferior de 0.056 y un límite superior de 0.68, el cual está dentro de lo propuesto en la referencia anterior.

Tabla 17: RMSEA obtenido

| Modelo         | RMSEA | LO 90 | HI 90 | PCLOSE |
|----------------|-------|-------|-------|--------|
| Predeterminado | 0.062 | 0.056 | 0.068 | 0.001  |
| Independiente  | 0.198 | 0.193 | 0.202 | 0.000  |

Al cumplir con los índices de ajuste de modelo reportados en la literatura, se puede concluir que el modelo de medición propuesto tiene un buen ajuste, por lo que mediante el AFC se demuestra que los constructos pueden ser medidos con los ítems propuestos.

#### 4.5.1 Resultados de la validez de constructo

Las cargas factoriales presentadas por el modelo de medición entre los ítems y su respectivo constructo son las que se presentan en la tabla 18. Anteriormente se mencionó que se recomiendan cargas por arriba del valor de 0.5, y en los resultados del modelo propuesto la carga factorial menor es de 0.612.

Tabla 18: Pesos de regresión estandarizados del modelo de medición

| Ítem   |      | Constructo | Estimación |
|--------|------|------------|------------|
| CC1    | <--- | CC         | 0.730      |
| CC2    | <--- | CC         | 0.734      |
| CC3    | <--- | CC         | 0.665      |
| CC6    | <--- | CC         | 0.838      |
| EE6    | <--- | EE         | 0.823      |
| EE5    | <--- | EE         | 0.827      |
| EE3    | <--- | EE         | 0.773      |
| EE2    | <--- | EE         | 0.802      |
| EE1    | <--- | EE         | 0.724      |
| PCD1   | <--- | PCD        | 0.850      |
| PCD2   | <--- | PCD        | 0.881      |
| PCD3   | <--- | PCD        | 0.889      |
| PCD4   | <--- | PCD        | 0.806      |
| PCD5   | <--- | PCD        | 0.795      |
| C6     | <--- | C          | 0.780      |
| C3     | <--- | C          | 0.901      |
| C2     | <--- | C          | 0.753      |
| C1     | <--- | C          | 0.875      |
| SMETE4 | <--- | SMETE      | 0.803      |
| SMETE2 | <--- | SMETE      | 0.876      |
| SMETE1 | <--- | SMETE      | 0.612      |
| MRC6   | <--- | MRC        | 0.886      |
| MRC5   | <--- | MRC        | 0.870      |
| MRC4   | <--- | MRC        | 0.889      |
| MRC3   | <--- | MRC        | 0.885      |
| MRC2   | <--- | MRC        | 0.818      |
| MRC1   | <--- | MRC        | 0.861      |
| VRH6   | <--- | VRH        | 0.885      |
| VRH5   | <--- | VRH        | 0.870      |
| VRH4   | <--- | VRH        | 0.827      |
| VRH3   | <--- | VRH        | 0.799      |
| VRH2   | <--- | VRH        | 0.841      |
| VRH1   | <--- | VRH        | 0.877      |
| B11    | <--- | B          | 0.728      |
| B10    | <--- | B          | 0.875      |

Tabla 18: Continuación

| Ítem |      | Constructo | Estimación |
|------|------|------------|------------|
| B9   | <--- | B          | 0.865      |
| B8   | <--- | B          | 0.862      |
| B7   | <--- | B          | 0.851      |
| B6   | <--- | B          | 0.801      |
| VP6  | <--- | VP         | 0.867      |
| VP5  | <--- | VP         | 0.743      |
| VP4  | <--- | VP         | 0.740      |
| VP3  | <--- | VP         | 0.869      |
| VP2  | <--- | VP         | 0.840      |
| VP1  | <--- | VP         | 0.832      |
| B5   | <--- | B          | 0.817      |
| B4   | <--- | B          | 0.742      |
| B3   | <--- | B          | 0.677      |
| B2   | <--- | B          | 0.705      |

*Paso IV:* Se realizaron los cálculos para evaluar la validez convergente, discriminante y nomológica basados en los recomendado por (Hair, 2010). A continuación se explica los resultados para cada uno de los análisis realizados para comprobar la validez.

Validez Convergente: Una manera de medir este indicador es a través de la varianza media extraída (AVE, por sus siglas en inglés). Un AVE de 0.5 o superior es una buena regla que sugiere una convergencia adecuada, lo cual asegura que los ítems que son indicadores de un constructo específico convergen o comparten una alta proporción de varianza en común. En la tabla 19 se muestra los AVE para cada constructo de la presente investigación, donde se observa que todos son mayores a 0.5, por lo que se puede decir que tienen validez convergente.

Tabla 19: Varianza media extraída para cada constructo

| Constructo   | Varianza media extraída |
|--|-------------------------|
| Cambio Cultural  | 0.5540                  |
| Educación-Entrenamiento                                  | 0.6252                  |
| Participación y Compromiso de la Dirección               | 0.7141                  |
| Comunicación Entre Niveles                               | 0.6882                  |
| Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo | 0.5956                  |
| Métricas de Rendimiento Claras                           | 0.7543                  |
| Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos.        | 0.7231                  |

Tabla 19: Continuación

| Constructo                              | Varianza media extraída |
|---|-------------------------|
| Vinculación Seis Sigma para Proveedores | 0.6674                  |
| Beneficios                              | 0.6326                  |

Como se explicó en los capítulos anteriores, es necesario medir si el instrumento tiene consistencia es decir si los diferentes ítems o preguntas de una escala están relacionados entre sí, para medir la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el alfa de Cronbach, este índice oscila de 0 a 1, cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados, a continuación en la tabla 20 se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los constructos a través del programa SPSS 22.

Tabla 20: Valor de alfa de Cronbach para cada constructo del instrumento

| Constructo   | No de Elementos | Alfa de Cronbach |
|--|-----------------|------------------|
| Cambio Cultural (CC)   | 4               | 0.851            |
| Participación y Compromiso de la Dirección (PCD)                 | 5               | 0.929            |
| Entrenamiento-Educación (EE)                                     | 5               | 0.891            |
| Comunicación entre Niveles (C)                                   | 4               | 0.892            |
| Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo (SMETE) | 3               | 0.809            |
| Métricas de Rendimiento Claras (MRC)                             | 6               | 0.947            |
| Vinculación con Recursos Humanos y Sistemas de Incentivos (VRH)  | 6               | 0.939            |
| Vinculación con los proveedores (VP)                             | 6               | 0.919            |
| Beneficios (B)   | 10              | 0.945            |
| Instrumento  | 49              | 0.979            |

Como resultados se tienen valores mayores a 0.8 por lo que se puede decir que los ítems de cada constructo están relacionados entre sí, según lo citado en capítulos anteriores, varios autores recomiendan valores de alfa mayores a 0.7, por lo que el instrumento propuesto se puede decir que cumple con lo requerido por este métrico.

Validez Discriminante: Es la medida en que un constructo es verdaderamente distinto de otros constructos. Por lo tanto, una alta validez discriminante proporciona evidencia de

que un constructo es único y captura algunos fenómenos diferentes a los otros. Una manera de verificar este indicador, es comparar los valores de AVE para cualquiera de los dos constructos con el cuadrado de la estimación de la correlación entre estos dos. El AVE debe ser mayor que la estimación de correlación cuadrada. Con esto aseguraríamos independencia entre ellos. A continuación se presenta la tabla 21 con una matriz con las correlaciones y su cuadrado.

*Tabla 21: Correlaciones entre constructos*

|       | CC    | EE    | PCD   | C     | SMETE | MRC   | VRH   | B     | VP    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CC    | 1     | 0.501 | 0.599 | 0.473 | 0.280 | 0.648 | 0.388 | 0.529 | 0.437 |
| EE    | 0.708 | 1     | 0.569 | 0.548 | 0.417 | 0.681 | 0.570 | 0.421 | 0.321 |
| PCD   | 0.774 | 0.754 | 1     | 0.637 | 0.396 | 0.627 | 0.511 | 0.516 | 0.466 |
| C     | 0.688 | 0.74  | 0.798 | 1     | 0.465 | 0.594 | 0.549 | 0.539 | 0.523 |
| SMETE | 0.529 | 0.646 | 0.629 | 0.682 | 1     | 0.479 | 0.659 | 0.378 | 0.436 |
| MRC   | 0.805 | 0.825 | 0.792 | 0.771 | 0.692 | 1     | 0.679 | 0.591 | 0.557 |
| VRH   | 0.623 | 0.755 | 0.715 | 0.741 | 0.812 | 0.824 | 1     | 0.506 | 0.558 |
| B     | 0.727 | 0.649 | 0.718 | 0.734 | 0.615 | 0.769 | 0.711 | 1     | 0.513 |
| VP    | 0.661 | 0.567 | 0.683 | 0.723 | 0.66  | 0.746 | 0.747 | 0.716 | 1     |

Note: Valores debajo de la diagonal son las correlaciones y por encima de la diagonal correlaciones al cuadrado.

Al comparar la información de la tabla 19 y 21, se observa que por lo menos un AVE de un constructo es mayor que el cuadrado de la correlación entre ellos, esto no se presenta en cuatro casos, sin embargo en estos casos al menos una de las AVE de los constructos considerados fue mayor que la correlación al cuadrado.

Validez nomológica: Este tipo de validez se verifica si las correlaciones entre los constructos en una teoría de medición tienen sentido, la matriz de correlación proporciona información para identificar como los constructos se relacionen entre sí. En la tabla 21 se puede notar que solo hay correlaciones positivas entre los constructos, lo cual dice que ambos constructos tiene la misma dirección, lo cual tiene lógica ya que todas las variables de esta investigación buscan que la implementación de proyectos de mejora sea exitosa.

#### 4.6 Descripción de la población encuestada

Se recibieron un total de 144 encuestas completas de IES públicas de la zona noroeste de México, que comprenden los estados de Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y Chihuahua, a continuación se describen algunos de los resultados obtenidos de las IES.

En la figura 9 se presenta en porcentaje la participación de los estados encuestas, con mayor porcentaje de participación fue Sonora con un 37%, seguido por Baja California, Chihuahua y Sinaloa con un 18% y por último Baja California Sur, debido a que tiene un número menor de unidades académicas en su territorio.

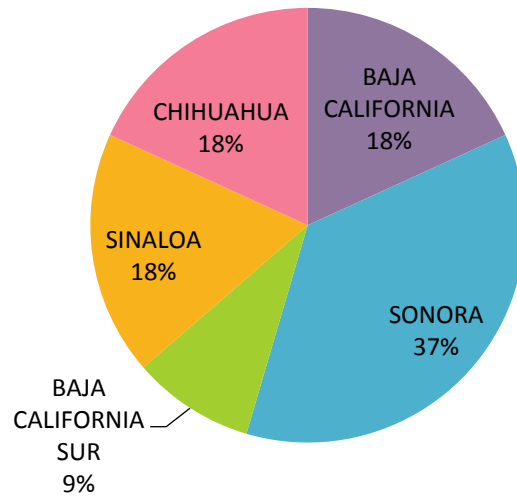


Figura 9: Porcentaje de respuestas por estado

Respecto al puesto que tuvo una participación mayor en la contestación del cuestionario fue el de Jefe o coordinados con un 37%, seguido por el de Profesor con un 24% y en tercer lugar el de Coordinado de Gestión de la Calidad. Referente a los años del encuestado se tienen porcentajes muy parecidos alrededor de 25%.

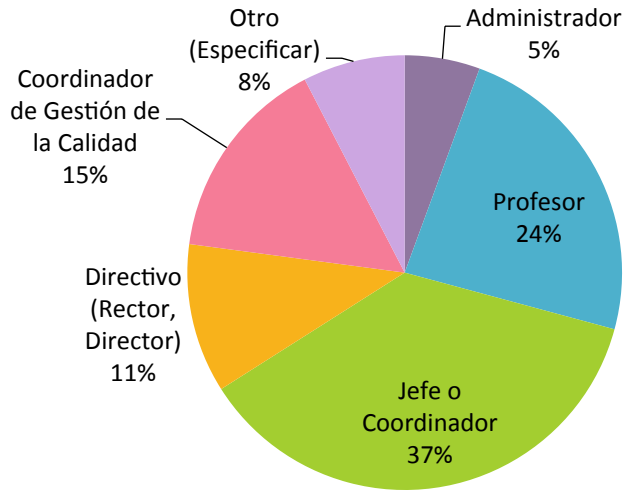


Figura 10: Puestos de las personas encuestadas en porcentaje.

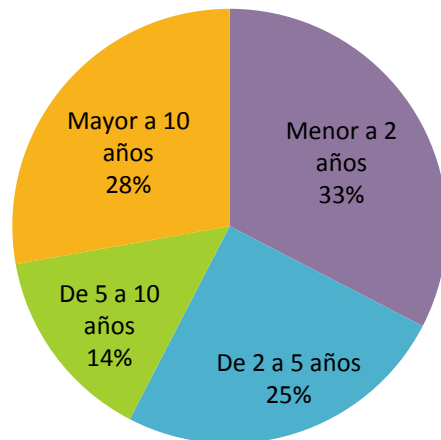


Figura 11: Antigüedad en el puesto de las personas encuestas en porcentaje

Sobre el conocimiento de las estrategias de mejora en los encuestados, destaca ISO 9001 donde casi un 94% la conoce, referente a Seis Sigma, Manufactura Esbelta y Gestión de la Calidad Total se reportó que generalmente un 50% dijo que las conocía.

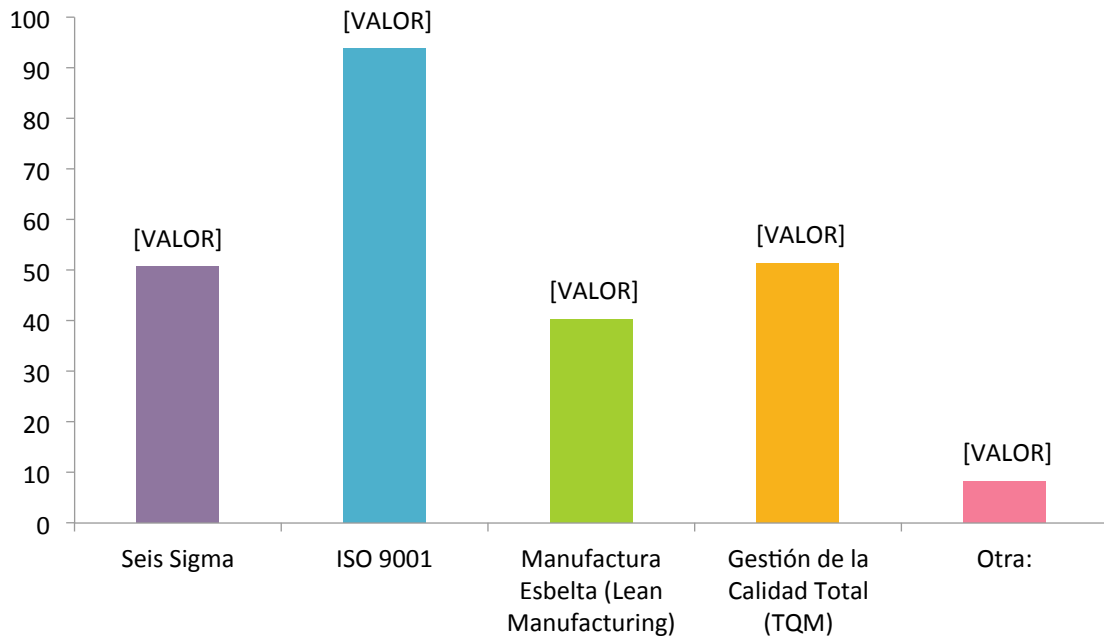


Figura 12: Conocimiento por los encuestados de las estrategias de mejora en porcentaje

Se encontró que al realizar un proyecto de mejora en alguna IES publica casi el 80% sigue como marco de referencia a ISO 9001, en menor proporción con un 24% gestión de la calidad total y con un porcentaje muy pequeño Seis Sigma y Manufactura Esbelta.

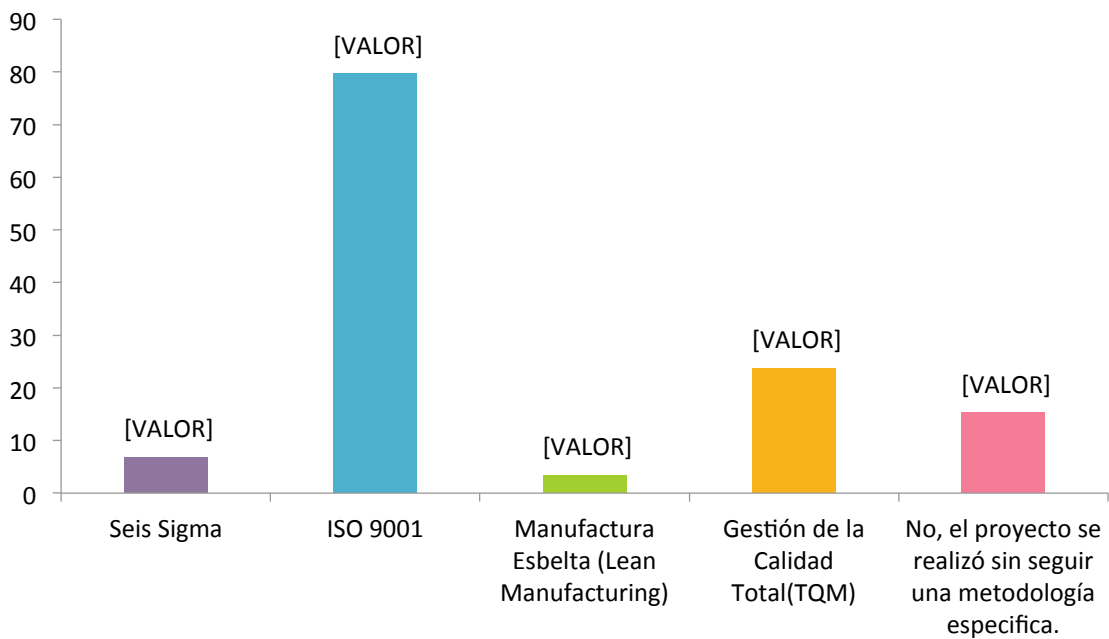


Figura 13: Estrategia que se siguió en la realización del proyecto de mejora en porcentaje

En las figuras 14 y 15 se observa que un 73% de las unidades académicas encuestadas cuentan con departamento encargado de la gestión de la calidad dentro de la institución y que un 85% tiene programas educativos que cuentan con algún tipo de acreditación o certificación en su universidad y los organismos en que tienen alguna acreditación destaca el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C., (CACEI), seguido por el Consejo de Acreditación en la Enseñanza de la Contaduría y Administración (CACECA) y los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), todas los demás organismos también están presentes pero con un porcentaje menor, información que se muestra en la figura 16.

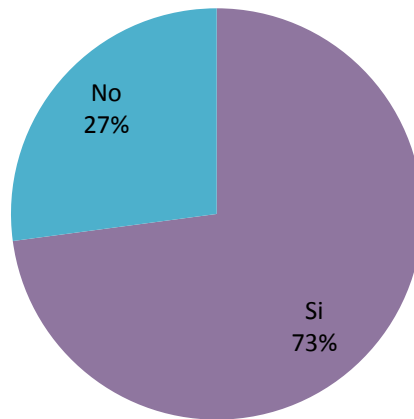


Figura 14: Porcentaje de Unidades Académicas con departamento de gestión de la calidad

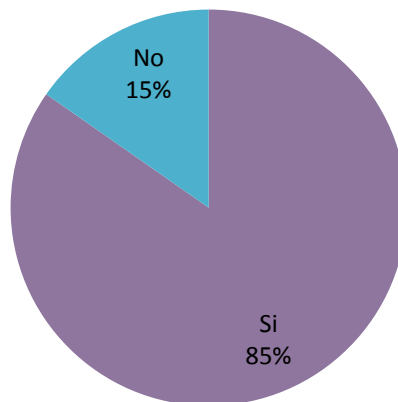
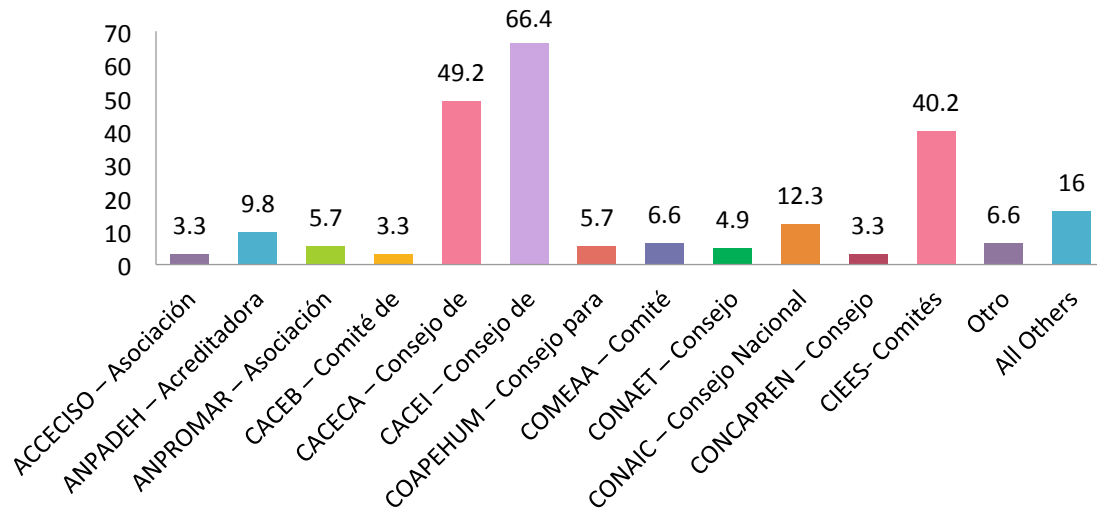


Figura 15: Porcentaje de unidades académicas que tienen programas educativos que cuentan con algún tipo de acreditación o certificación



- ACCECISO – Asociación para la Acreditación y Certificación en Ciencias Soci
- ANPADEH – Acreditadora Nacional de Programas de Arquitectura y Disciplinas del
- ANPROMAR – Asociación Nacional de Profesionales del Mar, A.C.
- CACEB – Comité de Acreditación y Certificación de la Licenciatura en Biolog
- CACECA – Consejo de Acreditación en Ciencias Administrativas Contables y Afin
- CACEI – Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.
- COAPEHUM – Consejo para la Acreditación de Programas Educativos en Humanidade
- COMEAA – Comité Mexicano de Acreditación de la Educación Agronómica, A.C.
- CONAET – Consejo Nacional para la Calidad de la Educación Turística, A.C.
- CONAIC – Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación, A.C
- CONCAPREN – Consejo Nacional para la Calidad de Programas Educativos en Nutrio

Figura 16: Organismos en los cuales los programas educativos están acreditados en porcentaje

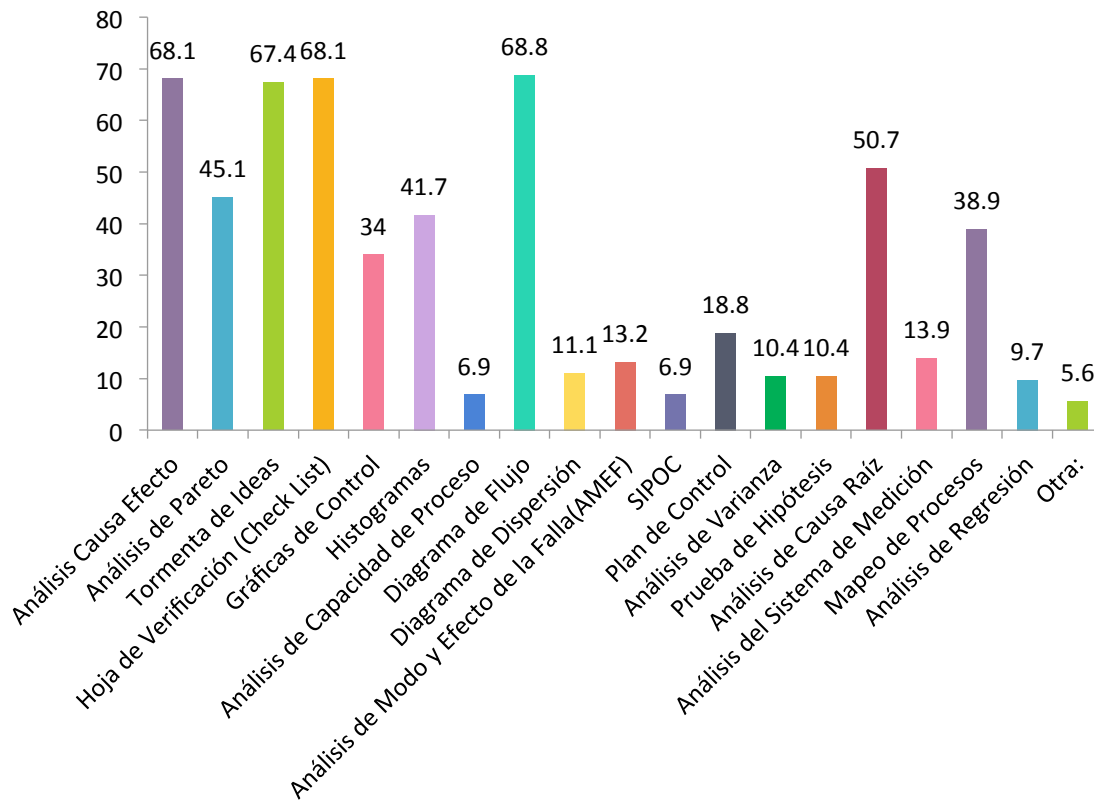


Figura 17: Herramientas más utilizadas en la realización de proyectos de mejora.

La figura 17 muestra las herramientas que los encuestados seleccionaron que más utilizan en la realización de proyectos de mejora son: las hojas de verificación y los diagramas de flujo, el Análisis Causa- Efecto y la técnica de tormenta de ideas con alrededor de un 68%, el análisis de Pareto, los histogramas, el análisis de causa raíz y el mapeo de procesos con un porcentaje más bajo pero igual de las mencionadas.

#### 4.6.1 Resultados del cuestionario sobre los FCE

A continuación se presenta la tabla 22 con la estadística descriptiva de cada una de las variables de cuestionario aplicado en la presente investigación, se puede observar promedios alrededor de 3 y 4, lo cual dice que las respuestas de los encuestados fue a veces y casi siempre en su mayoría, por lo que se concluye que las IES cumple y practican los FCE en la realización de proyectos de mejora.

Tabla 22: Estadística descriptiva de los FCE

| Variable  | Promedio | Desviación Estándar | Mediana | Moda |
|---|----------|---------------------|---------|------|
| <b>Cambio Cultural</b>  |          |                     |         |      |
| CC1   | 4.0667   | 0.9159              | 4       | 4    |
| CC2   | 4.0444   | 0.8540              | 4       | 4    |
| CC3   | 4.3185   | 0.8780              | 5       | 5    |
| CC6   | 3.9778   | 0.9656              | 4       | 5    |
| Promedio de CC  | 4.1019   |                     |         |      |
| <b>Participación y Compromiso de la Dirección</b>               |          |                     |         |      |
| PCD1  | 4.0370   | 0.9880              | 4       | 5    |
| PCD2  | 3.9037   | 0.9610              | 4       | 4    |
| PCD3  | 4.0370   | 0.9805              | 4       | 5    |
| PCD4  | 3.8444   | 1.0641              | 4       | 5    |
| PCD5  | 3.9481   | 1.0245              | 4       | 4    |
| Promedio de PCD   | 3.9540   |                     |         |      |
| <b>Educación-Entrenamiento</b>                                  |          |                     |         |      |
| EE1   | 3.7185   | 0.9899              | 4       | 4    |
| EE2   | 3.8741   | 0.9418              | 4       | 4    |
| EE3   | 3.5185   | 1.0917              | 4       | 4    |
| EE5   | 3.5778   | 1.1426              | 4       | 4    |
| EE6   | 3.5556   | 1.0197              | 4       | 4    |
| Promedio de EE  | 3.6489   |                     |         |      |
| <b>Comunicación Entre Niveles</b>                               |          |                     |         |      |
| C1  | 3.7481   | 1.0701              | 4       | 4    |
| C2  | 3.6815   | 1.176               | 4       | 4    |
| C3  | 3.4963   | 1.0571              | 4       | 4    |
| C6  | 3.6000   | 1.0236              | 4       | 3    |
| Promedio de C   | 3.6315   |                     |         |      |
| <b>Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo</b> |          |                     |         |      |
| SMETE1  | 3.1111   | 1.3586              | 3       | 4    |
| SMETE2  | 3.2370   | 1.1983              | 3       | 4    |
| SMETE4  | 2.9185   | 1.2097              | 3       | 3    |
| Promedio de SMETE   | 3.0889   |                     |         |      |
| <b>Métricas de Rendimiento Claras</b>                           |          |                     |         |      |
| MRC1  | 4.1037   | 1.0020              | 4       | 5    |
| MRC2  | 3.9037   | 1.0212              | 4       | 4    |
| MRC3  | 3.8148   | 1.0523              | 4       | 4    |
| MRC4  | 3.9852   | 0.9848              | 4       | 4    |
| MRC5  | 3.9333   | 1.0089              | 4       | 4    |
| MRC6  | 3.8519   | 1.0113              | 4       | 4    |
| Promedio de MRC   | 3.9321   |                     |         |      |

Tabla 22: Continuación

| Variable   | Promedio | Desviación Estándar | Mediana | Moda |
|--|----------|---------------------|---------|------|
| Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos y Sistema de Incentivos |          |                     |         |      |
| VRH1   | 3.6667   | 1.0294              | 4       | 4    |
| VRH2   | 3.4815   | 1.0779              | 4       | 4    |
| VRH3   | 3.5185   | 1.0848              | 4       | 4    |
| VRH4   | 3.4889   | 1.1962              | 4       | 3    |
| VRH5   | 3.6444   | 1.2061              | 4       | 4    |
| VRH6   | 3.6222   | 1.1188              | 4       | 4    |
| Promedio de VRH  | 3.5704   |                     |         |      |
| Vinculación Seis Sigma para Proveedores                                  |          |                     |         |      |
| VP1  | 3.5407   | 1.1248              | 4       | 4    |
| VP2  | 3.4667   | 1.0207              | 4       | 4    |
| VP3  | 3.2963   | 1.1268              | 3       | 4    |
| VP4  | 2.8963   | 1.1215              | 3       | 3    |
| VP5  | 3.1852   | 1.0523              | 3       | 3    |
| VP6  | 3.4222   | 1.0613              | 4       | 4    |
| Promedio de VP   | 3.3012   |                     |         |      |
| Beneficios   |          |                     |         |      |
| B2   | 3.7333   | 1.0309              | 4       | 4    |
| B3   | 3.7111   | 0.9840              | 4       | 4    |
| B4   | 3.8222   | 0.9840              | 4       | 4    |
| B5   | 4.1333   | 0.9834              | 4       | 5    |
| B6   | 3.8519   | 0.9185              | 4       | 4    |
| B7   | 3.9185   | 0.9929              | 4       | 4    |
| B8   | 3.9185   | 1.0513              | 4       | 5    |
| B9   | 3.7333   | 1.0309              | 4       | 4    |
| B10  | 3.8222   | 1.0849              | 4       | 4    |
| B11  | 3.3556   | 1.2306              | 4       | 4    |
| Promedio de B  | 3.8000   |                     |         |      |

Al observar los promedios de los constructos se puede identificar que la mayoría está alrededor de 3 en adelante, lo cual implica que las IES públicas mexicanas practican los FCE en la realización de proyectos de mejora, un área de mejora es la selección de los miembros del equipo y trabajo en equipo ya que presenta un promedio bajo, este aspecto indica que la IES realizan proyectos de mejora aisladamente y por áreas en específico y no en conjunto. El que las IES practiquen los FCE que se describieron anteriormente aumenta la probabilidad de éxito es sus proyectos de mejora y aumenta la posibilidad de incorporar SS en los sistemas de gestión de calidad para mejorar la realización de estos y la calidad de los procesos que tienen las IES.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se muestran las conclusiones obtenidas respecto a las dos partes del estudio: el MA y la validación del cuestionario a través del análisis factorial, de igual manera se muestran las conclusiones sobre las hipótesis y objetivos proyectados al inicio de la investigación, seguidas de las conclusiones generales y por último las recomendaciones.

### 5.1 Conclusiones de la investigación

Como primer punto se presentan las conclusiones acerca del MA, la validación del cuestionario y la situación actual de las IES.

#### 5.1.1 Conclusiones del MA

Mediante el MA se buscó identificar los FCE que disminuyeron, mantuvieron y aumentaron sus menciones en los artículos en los últimos años. En este caso con la información obtenida y mediante la técnica solo se logró identificar a los factores que mantuvieron y aumentaron.

En esta investigación se identificó que los factores que aumentaron sus menciones son *Participación y Compromiso de la Dirección, La vinculación de Seis Sigma para la estrategia de la Institución, Vinculación Seis Sigma para Proveedores, Comunicación Entre Niveles y Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo*, lo cual dice que se al momento de llevar a cabo un proyecto de mejora se recomienda poner mayor atención en ellos, porque se están convirtiendo en los más mencionado por los expertos. Los FCE que mantuvieron sus menciones estadísticamente iguales entre los dos periodos son *Cambio Cultural, Vinculación de Seis Sigma para el Cliente, Métricas de Rendimiento Claras, Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos y Sistemas de Incentivos, Priorización y Selección de Proyectos y Educación-Entrenamiento*, estos factores no quiere decir que se deben dejar de poner atención, se debe verificar si su número de

menciones es significativa, en lo que corresponde a estos FCE todos tiene un peso alto, es decir sus menciones son equilibradas entre los periodos pero son de los factores con un número de menciones mayor que los demás, por lo tanto son igual de importantes que los que aumentaron sus menciones y no se deben dejar de lado al momento de llevar a cabo un proyecto de mejora dentro de una IES.

Una técnica como la antes mencionada da un enfoque estadístico a la revisión de literatura que se realizó, lo cual nos ayuda comprender y validar cual ha sido el comportamiento de los FCE en los periodos propuestos, en la presente investigación se determinó como primer periodo del año 2010-2014 y como segundo periodo del 2015-2016, como se nota los periodos están desequilibrados debido a que se buscó tener cantidades de artículos similares en ambos periodos, lo ideal sería que los etapas sean de la misma cantidad de años y artículos, aunque no existe regla alguna de como determinarlos si no que cada investigador se adecua a su situación.

### **5.1.2 Conclusiones de la Validación del Cuestionario**

El cuestionario fue enviado a un total de 277 unidades académicas en la zona noroeste de México, obteniendo 144 respuestas, por lo que se tuvo un 51% de respuesta. El muestreo fue estratificada de acuerdo al número de universidades de cada estado, es por eso que Baja California Sur tiene menor participación en el total de respuestas.

En la actual investigación se propusieron 12 constructos de FCE y 1 de beneficios con un total de 76 ítems. Se realizó un AFE para tener una idea inicial, a lo que se identificaron 9 variables latentes con cargas significativas, por lo que el resultado con el mejor escenario fue el de 9 constructos con 49 ítems, cabe mencionar que los constructos seleccionados tuvieron valores propios mayores que 1.

Unas ves que se tuvo el resultado del AFE, partiendo de esa información se propuso el modelo de medición a evaluar mediante el AFC utilizando el software AMOS 23, este resultado se puede observar en la tabla 21 donde se muestra los constructos y los ítems asociados así como la carga factorial correspondientes, donde la menor fue de 0.612. A este modelo de medición también se le calcularon indicadores de calidad de ajuste, existe una gran cantidad de índices que han sido reportando en la literatura, pero para analizar

el modelo propuesto se tomaron los recomendados por Hair (2010) y Kline (2005), los cuales se pueden ver en la tabla 23, donde se detona el cumplimiento de ellos.

*Tabla 23:* Resumen de los índices de ajuste del modelo de medición

| Índice de Ajuste         | Valor Obtenido | Recomendaciones |
|--------------------------|----------------|-----------------|
| Chi cuadrado normalizado | 1.520          | Menor a 2       |
| TLI                      | 0.901          | Mayor a 0.9     |
| CFI                      | 0.908          | Mayor a 0.9     |
| RMSEA                    | 0.062          | De 0.05 a 0.08  |

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el modelo de medición que relaciona constructos e ítems es válido de acuerdo a los indicadores obtenidos.

### **5.1.3 Conclusiones de la validación de constructo**

La validez del constructo es hasta qué punto un conjunto de elementos medidos refleja realmente las variables latentes teóricas a las que están diseñados para medir, lo cual es lo principal que se busca comprobar en la validación de un cuestionario, en esta investigación se realizó a través del AFC, lo cual fue comprobado por la validez de constructo en sus diferentes elementos, es decir, validez convergente, validez discriminante, validez nomológica y validez de expertos. Para llevar a cabo la revisión de validez fue necesario trabajar con las cargas factoriales, la AVE y las correlaciones entre constructos, los cuales mostraron resultados positivos de acuerdo a lo recomendado por los investigadores que realizan este tipo de análisis.

Con los resultados obtenidos en esta etapa se puede concluir que los ítems propuestos para los constructos son adecuados para medir los factores propuestos en el cuestionario.

### **5.2 Conclusiones sobre las hipótesis y los objetivos.**

A continuación se presentan las conclusiones acerca de las hipótesis planteadas al inicio de la investigación y de los objetivos.

### 5.2.1 Conclusiones de acuerdo a las hipótesis

*Hipótesis 1:* Los FCE más importantes para la implementación de proyectos de mejora en IES son: *Cambio Cultural, Participación y Compromiso de la Dirección, Entrenamiento-Educación, Vinculación con el cliente, Priorización y Selección de Proyectos, Vinculación de los proyectos de mejora con la estrategia de la institución, Comunicación entre Niveles, Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo, Métricas de Rendimiento Claras, Vinculación con Recursos Humanos y Vinculación con los proveedores.*

En relación con esta hipótesis se puede decir que resultó verdadera, ya que la revisión de literatura realizada en las diferentes bases de datos permitió construir una tabla de menciones de los FCE en los diferentes artículos analizados, de la cual los FCE más mencionados fueron los descritos en esta hipótesis, por lo que se concluye que son los importantes en la realización de proyectos de mejoras en IES.

*Hipótesis 2:* Los FCE para la implementación de proyectos de mejora en IES que han aumentado sus menciones son: *Participación y Compromiso de la Dirección, La vinculación de Seis Sigma para la estrategia de la Institución, Vinculación Seis Sigma para Proveedores, Comunicación Entre Niveles y Selección de los Miembros del Equipo y Trabajo en Equipo.*

Con respecto a esta hipótesis también fue verdadera ya que el MA arrojó que los FCE mencionados anteriormente son los que tienen más menciones en el periodo 2 comprendido del año 2015 al 2016 y la diferencia con el periodo 1 es significativa; es decir los diferentes autores han mencionado más estos FCE en los últimos años, por lo que se puede decir que son factores importantes y se debe poner un énfasis al realizar proyectos de mejora en cualquier IES.

*Hipótesis 3:* Los FCE para la implementación de proyectos de mejora en IES que han mantenido sus menciones en los últimos años son: *Cambio Cultural, Vinculación de Seis Sigma para el Cliente, Métricas de Rendimiento Claras, Vinculación de Seis Sigma a los Recursos Humanos y Sistemas de Incentivos, Priorización y Selección de Proyectos y Educación-Entrenamiento.*

En lo que toca a esta hipótesis también fue verdadera porque el análisis estadístico del MA arrojó que los FCE mencionados no tuvieron diferencia significativa entre los dos periodos de tiempo, esto no quiere decir que ya no se deben de tomar en cuenta al

realizar un proyecto de mejora, también es importante analizar el peso que tienen cada uno de ellos, es decir si la cantidad de menciones es grande en comparación con los demás, al ver el peso de cada uno de los FCE de esta hipótesis se identificó que todos tienen un peso significativo por lo que se recomienda de la misma manera que los FCE que aumentaron sus menciones.

*Hipótesis 4:* El análisis factorial es la herramienta adecuada para evaluar los ítems que se debe asociar a cada uno de los FCE.

De acuerdo a la información que se tiene esta hipótesis es verdadera, porque se logró identificar a través del análisis factorial ítems asociados con constructos e incluso algunos constructos propuestos fueron rechazados debido a que los ítems tenían una carga factorial muy baja.

*Hipótesis 5:* Las correlaciones entre los constructos serán positivas, debido a que los factores propuestos miden aspectos positivos a considerar en la implementación de proyectos de mejora.

Esta hipótesis resultó verdadera, de acuerdo a la validez nomológica que se realizó, donde la matriz de correlaciones entre constructos fue positiva, lo cual tiene sentido ya que las variables de esta investigación buscan que la implementación de proyectos de mejora sea exitosa.

*Hipótesis 6:* Las IES públicas de la zona noroeste de México cumplen con la mayoría de los FCE en la realización de proyectos de mejora.

Acerca de esta hipótesis se puede decir que se acepta, ya que como se observa en la estadística descriptiva de las variables analizada en el capítulo 4, la gran mayoría tiene un promedio por encima de 3, lo cual implica que las respuestas con un porcentaje mayor fueron casi siempre y siempre de la escala de respuesta, lo que dice que las IES de la zona noroeste practican y cumplen con los FCE para la realización de proyectos de mejora.

*Hipótesis 7:* Las herramientas para la mejora de la calidad que las IES de la zona noroeste de México más implementan al realizar proyectos de mejora son: *las hojas de verificación, los diagramas de flujo, el Análisis Causa- Efecto, la técnica de tormenta de ideas, el análisis de Pareto, los histogramas, el análisis de causa raíz y el mapeo de procesos.*

Por lo que se refiere a esta última hipótesis se puede decir que resultó verdadera, dado que los porcentajes de las herramientas mencionadas anteriormente fueron los más altos, los encuestados de las diferentes IES dijeron que utilizaban estas herramientas al momento de realizar proyectos de mejora, a lo cual se puede concluir que el personal tiene los conocimientos y las bases estadísticas sobre algunas estrategias de mejora como lo es SS.

### **5.2.2 Conclusiones de acuerdo con los objetivos**

Acerca de los objetivos que se plantearon en el presente trabajo se puede decir que tanto el general como los específicos se cumplieron, ya que se identificaron los FCE, se diseñó y validó el cuestionario y se logró aplicar en la población objetivo con lo que se obtuvo información de la zona noroeste sobre la realización de proyectos de mejora.

### **5.3 Conclusiones generales**

Después de haber realizado la investigación se identificaron claramente los FCE para la realización de proyectos de mejora en IES, de igual manera se validó el cuestionario a través del análisis factorial el cual fue una buena técnica, ya que aprobó estadísticamente que los ítems propuestos si miden a los FCE, con lo cual los resultados obtenidos a través de la encuesta son confiables y se puede hacer inferencias sobre estos.

Como conclusión general, se puede decir que las IES cumplen en su mayoría con los FCE propuestos y aplican herramientas de diferentes metodologías de mejora en la realización de proyectos de mejora, por lo cual la propuesta de incorporar alguna metodología como lo es SS es factible, ya que cumple varios elementos básicos como los descritos anteriormente. La implementación de SS no significa que se deba dejar de trabajar bajo la estrategia que han decidido adoptar (ISO 9001 en la mayoría de ellas), si no que este enfoque nuevo daría un soporte y complemento para que el impacto sea mayor en los beneficios que se obtengan para todas las personas involucradas en los procesos administrativos y educativos, como los estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicios, padres de familias, empleadores y la sociedad en general.

En contra de proponer la incorporación de SS en las IES es la resistencia al cambio que al que se enfrentaría en el personal involucrado principalmente. Las IES de la zona noroeste de México que decidan integrar SS a sus estrategias de mejora deberán dirigir sus esfuerzos hacia la selección del personal adecuado para implementar la metodología SS, desarrollo de la preparación organizacional, afrontar el cambio cultural, mejorar la comunicación efectiva en todos los niveles y el enfoque al cliente que son los elementos básicos que faltarían para aumentar la probabilidad de éxito en su incorporación, según lo recomendado por diversos autores que han investigado este tema

#### **5.4 Recomendaciones**

Se debe realizar una revisión de literatura en todas las bases de datos, con el fin de conocer que es lo que se está realizando actualmente sobre la investigación, al tener una revisión bien estructurada se tendrán una buena base para empezar el estudio, que es la identificación de los FCE.

Como se mencionó anteriormente los ítems utilizados en el cuestionario fueron recopilados de artículos propuestos por otros autores, lo que asegura que la encuesta tiene una base sólida y así se asegurara indirectamente la valides de esta. El número de constructos a definir depende de cada investigación, aunque no se recomienda que sean pocos, porque puede que en la validación del cuestionario sean eliminados, y en el peor de los casos que se eliminen todas las variables, al tener varios constructos tienes un mayor margen de error.

En cuanto a la aplicación del cuestionario, se debe realizar un buen trabajo en la presentación del instrumento con el fin de interesar al encuestado, es de suma importancia cumplir con el tamaño de muestra para poder hacer los cálculos estadísticos. Como medio de acercamiento al encuestado, el correo electrónico es la opción más económica, pero en ocasiones es poco efectiva, lo que se recomienda es en primer instancia es el correo electrónico, si los resultaos nos son favorables, seguir con llamadas telefónicas y por último la visita a cada uno de los objetivos.

Para finalizar el análisis factorial es una técnica muy recomendable para la validación de cuestionarios, para llevar a cabo esta técnica se recomienda el uso de softwares como SPSS y AMOS. En el AFE no existe una metodología para la eliminación de variables que

no estén cargando en algún factor, cada investigador lo realiza de acuerdo a su interés, se recomienda que se elimine uno por uno, ya que las cargas factoriales cambian cada vez que se descarta una variable.

#### **5.4.1 Futuras líneas de investigación**

Como una línea de investigación se propone que se extienda la investigación en todo el país, seguido de la construcción de un modelo de ecuaciones estructurales que relacione los distintos FCE para realizar proyectos de mejora y proponérselo a las diferentes IES. Por último se plantea realizar la investigación en IES privadas de México con el fin de comparar resultados.

## 6. REFERENCIAS

- Alrasheedi, M., Capretz, L. F., & Raza, A. (2015). Management's Perspective on Critical Success Factors Affecting Mobile Learning in Higher Education Institutions—An Empirical Study. *Journal of Educational Computing Research*, 0(0), 1–22.
- Antony, J. (2004). Six Sigma in the UK service organisations: results from a pilot survey. *Managerial Auditing Journal*, 19(8), 1006 - 1013.
- Antony, J. (2014). Readiness factors for the Lean Six Sigma journey in the higher education sector. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(2), 257 - 264.
- Antony, J., & Banuelas, R. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, 6(4), 20 - 27.
- Antony, J., & Coronado, R. (2001). A strategy for survival. *Manufacturing Engineer*, 80(3), 119 – 121.
- Antony, J., Krishan, N., Cullen, D., & Kumar, M. (2012). Lean Six Sigma for higher education institutions (HEIs). *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(8), 940 - 948.
- Antony, J., Leung, K., & Knowles, G. (2002). Critical success factors of TQM implementation in Hong Kong industries. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 19(5), 551 - 566.
- ANUIES. (10 de Marzo de 2017). Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. Obtenido de <http://www.anuies.mx/>
- Arbuckle, J. L. (2014). *Amos*. (Version 23.0). Chicago.
- Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas profesión*, 5(17), 23-29.
- Banuelas Coronado, R., & Antony, J. (2002). Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. *The TQM magazine*, 14(2), 92-99.
- Batista-Foguet, J. M., Coenders, G., & Alonso, J. (2004). Análisis factorial confirmatorio. Su utilidad en la validación de cuestionarios relacionados con la salud. *Medicina clínica*, 122(1), 21-27.
- Blanco, N. (2000). *Instrumentos de Recolección de Datos Primarios*. Maracaibo, Venezuela: Dirección de Cultura. Universidad del Zulia.
- Blanco, N., & Alvarado, M. E. (2005). Escala de actitud hacia el proceso de investigación científico social. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 11(3), 537-544.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. New York: Wiley.

- Borenstein, M., V. Hedges, L., P.T.Higgins, J., & HannahR.Rothstein. (2009). *Introduction to Meta-Analysis*. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). *Alternative ways of assessing model fit*. Newbury Park: Sage focus editions.
- Buendía, E. A. (2011). *Aseguramiento de la calidad: políticas públicas y gestión universitaria*. Ciudad de México: Laboratorio de Análisis Institucional del Sistema Universitario Mexicano.
- Chakrabarty, A. (2009). *Six sigma in service organizations: A conceptual framework based on aspects of implementation and performance*. Tesis Doctoral. University of Singapore.
- Chakrabarty, A., & Tan, K. C. (2007). The current state of six sigma application in services. *Managing Service Quality*, 17(2), 194-208.
- Cheung, M. W.-L. (2015). *Meta-Analysis A Structural Equation Modeling Approach*. West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.
- Dale, B., Williams, R., & Wiele, T. v. (2000). Marginalisation of quality: is there a case to answer. *The TQM Magazine*, 12(4), 266 - 274.
- DeCarlo, L. T. (1997). On the meaning and use of kurtosis. *Psychological methods*, 2(3), 292-307.
- Delgado, C., Ferreira, M., & Branco, M. C. (2010). The implementation of lean Six Sigma in financial services organization. *Journal of Manufacturing Technology Managements*, 21(4), 512-523.
- Desai, D. A., Antony, J., & Patel, M. (2012). An assessment of the critical success factors for Six Sigma implementation in Indian industries. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 426 - 444.
- Deshmukh, S. V., & Lakhe, R. R. (2009). Development and validation of an instrument for six sigma implementation in small and medium sized enterprises. *ICETET '09 Proceedings of the 2009 Second International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology* (págs. 790-797). Washington, DC: IEEE.
- Eaton, J. S. (2011). *An overview of U.S. accreditation*. Council for Higher Education Accreditation.: Washington, DC.
- Frías-Navarro, D. (2014). *Apuntes De SPSS*. Valencia: Universidad de Valencia.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. (4ta ed.). Boston: Allyn & Bacon.

- Glass, G. V. (1976). Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research 1. *Educational researcher*, 5(10), 3-8.
- Gliem, J. A., & Gliem, R. R. (2003). Calculating, Interpreting, and Reporting Cronbach's Alpha Reliability Coefficient for Likert-Type Scales. *Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education* (págs. 82-88). Columbus, OH,: The Ohio State University.
- Gowen, C. R., Stock, G. N., & Mcfadden, K. L. (2008). Simultaneous implementation of Six Sigma and knowledge management in hospitals. *International Journal of Production Research*, 46(23), 6781–6795.
- Habidin, N. F., & Yusof, S. M. (2013). Critical success factors of Lean Six Sigma for the Malaysian automotive industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(1), 60-82.
- Hair, J. F. (2010). *Multivariate data analysis: A global perspective* (Vol. 7). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (1998). *Multivariate data analysis* (5ta ed.). Upper Saddle River: Uppersaddle River.
- Harry, M., & Schroeder, R. (2000). *Six Sigma The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporotions*. Newyork, NY: Currency.
- Henderson, K. M., & Evans, J. R. (2000). Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company. *Benchmarking: An International Journal*, 7(4), 260 - 282.
- Hensley, R. L., & Dobie, K. (2005). Assessing readiness for six sigma in a service setting. *Managing Service Quality: An International Journal*, 15(1), 82 - 101.
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación* (3ra ed.). México: McGraw-Hill.
- Ho, Y.-C., Chang, O.-C., & Wang, W.-B. (2008). An empirical study of key success factors for Six Sigma Green Belt projects at an Asian MRO company. *Journal of Air Transport Management*, 14(5), 263–269.
- Holmes, M. C., Jenicke, L. O., & Hempel, J. L. (2015). A framework for Six Sigma project selection in higher educational institutions, using a weighted scorecard approach. *Quality Assurance in Education*, 23(1), 30 - 46.
- Jeyaraman, K., & Teo, L. K. (2010). A conceptual framework for critical success factors of lean Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 191 - 215.
- Kerlinger, F. N. (1979). *Behavioral Research: A Conceptual Approach*. New York: Harcourt School.

- Khine, M. S. (2013). *Application of Structural Equation Modeling in Educational Research and Practice*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Kim, D.-S. (2010). Eliciting success factors of applying Six Sigma in an academic library. *Performance Measurement and Metrics*, 11(1), 25 - 38.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement*, 30(3), 607-610.
- Kubiak, T. M. (2012). *The Certified Six Sigma Master Black Belt Handbook*. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality, Quality Press.
- Kumi, S., & Morrow, J. (2006). Improving self service the six sigma way at Newcastle University Library. *Program: electronic library and information systems*, 40(2), 123-136.
- Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, 26(5), 708–715.
- Laosirihongthong, T., Rahman, S.-U., & Saykhun, K. (2006). Critical success factors of six sigma implementation: an analytic hierarchy process based study. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 3(3), 303–319.
- Laureani, A., & Antony, J. (2015). Leadership characteristics for Lean Six Sigma. *Total Quality Management & Business Excellence*, 28(3-4), 405-426.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22, 55.
- Linderman, K., Schroeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S. (2003). Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 21(2), 193-203.
- Magnusson, K., Kroslid, D., Bergman, B., Häyhänen, P., & Mills, D. (2003). *Six Sigma: the pragmatic approach (2a ed.)*. Lund: Studentlitteratur.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de Mercados (Quinta ed.)*. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Mardia, K. V. (1970). Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications. *Biometrika*, 57(5), 519-530.
- Mardia, K. V. (1974). Applications of Some Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis in Testing Normality and Robustness Studies. *Sankhyā: The Indian Journal of Statistics*, 36(2), 115-128.
- Marques, P., Requeijo, J., Saraiva, P., & Frazão-Guerreiro, F. (2013). Integrating Six Sigma with ISO 9001. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(1), 36-59.

- Martínez, F. M., Meca, J. S., & López, J. L. (2009). El meta análisis en el ámbito de las Ciencias de la Salud: una metodología imprescindible para la eficiente acumulación del conocimiento. *Fisioterapia*, 31(1), 107–114.
- Mohrman, K., Wang, Y., & Li, X. (2011). Quality Assurance in Undergraduate Education: Transformation of Higher Education Policy in China. *International Perspectives on Education and Society*, 15, 345–375.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory* (2a ed.). Nueva York: McGraw-Hill.
- Oko, A., & Kang, P. S. (2015). Lean Six Sigma Approach to Improve the Admissions Process for a Nigerian HE Institute. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(5), 368-378.
- Padua, J., Ahman, I., Apezechea, H., & Borsotti, C. (1979). *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Pandi, A. P., Sethupathi, P. R., & Jeyathilagar, D. (2016). Quality sustainability in engineering educational institutions – a theoretical model. *Int. J. Productivity and Quality Management*, 18(2/3), 364–384.
- Raisinghani, M. S., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., & Daripaly, P. (2005). Six Sigma: concepts, tools, and applications. *Industrial Management & Data Systems*, 105(4), 491-505.
- Ranjan, K. R., Sugathan, P., & Rossmann, A. (2015). A narrative review and meta-analysis of service interaction quality: new research directions and implications. *Journal of Services Marketing*, 29(1), 3–14.
- Ray, S., Das, P., & Bhattacharyay, B. K. (2012). Success factors characterisation towards Six Sigma implementation in Indian industries. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 7(2/3/4), 181-208.
- Raykov, T., & Marcoulides, G. A. (2008). *An Introduction to Applied Multivariate Analysis*. New York: Routledge.
- Reosekar, R. S., & Pohekar, S. D. (2014). Six Sigma methodology: a structured review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(4), 392 - 422.
- Rocereto, J. F., Puzakova, M., Anderson, R. E., & Kwak, H. (2011). The Role of Response Formats on Extreme Response Style: A Case of Likert-Type vs. Semantic Differential Scales. *Measurement and Research Methods in International Marketing*, 22, 53–71.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2016). *A beginner's guide to structural equation modeling* (4ta ed.). New York: Routledge.

- Sehwall, L., & DeYong, C. (2003). Six Sigma in health care. *Leadership in Health Services*, 16(4), 1 - 5.
- SEP. (2015). Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, Principales Cifras 2014-2015. México: Dirección General de Planeación y Estadística Educativa Secretaría de Educación Pública.
- SES. (9 de Enero de 2017). Subsecretaría de Educación Superior. Obtenido de Subsecretaría de Educación Superior: <http://www.ses.sep.gob.mx/instituciones.html>
- Shankar, R. (2009). *Process improvement using Six Sigma : a DMAIC guide*. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press.
- Shenawy, E. E., Baker, T., & Lemak, D. J. (2007). A meta-analysis of the effect of TQM on competitive advantage. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 24(5), 442-471.
- SPSS Inc. Released. (2013). *IBM SPSS Statistics for Windows*. (Version 22.00). New York, Armonk.
- StatsDirect Ltd. (2005). *StatsDirect statistical software*. UK.
- Sunder, V. (2016). Constructs of quality in Higher Education services. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(8).
- Tlapa, D., Limón, J., Baez, Y., & Valles-Rosales, D. (2014). Critical Success Factors of Six Sigma: An Overview. 2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Managemen (págs. 818-822). Bandar Sunway: IEEE.
- Tripathi, M., & Jeevan, V. (2009). Quality assurance in distance learning libraries. *Quality Assurance in Education*, 17(1), 45 - 60.
- Urtuzúastegui, H. A., & Thierry, R. L. (2004). Antecedentes, situación actual y perspectivas de la evaluación y acreditación de la educación superior en México. En I. I. Caribe, *La evaluación y la acreditación en la educación superior en América Latina y el Caribe*. . Venezuela.
- Voyles, J. F., Dols, L., & Knight, E. (2008). Interlibrary Loan Meets Six Sigma: The University of Arizona Library's Success Applying Process Improvement. *Journal of Interlibrary Loan, Document Delivery & Electronic Reserve*, 19(1), 75–94.
- Yi-zhong, M., Gang, Y., Li-lin, W., & Ree, S. (2008). The Critical Success Factors of Six Sigma in China Manufacturing Industry. *The Asian Journal on Quality*, 9(2), 39-56.
- Zacharatos, A., Hershcovis, M. S., Turner, N., & Barling, J. (2007). Human resource management in the North American automotive industry A meta-analytic review. *Personnel Review*, 36(2), 231-254.
- Zapata, O. A. (2005). *La aventura del pensamiento crítico: Herramientas para elaborar tesis e investigaciones socioeducativas*. México D.F.: Pax México.

Zu, X., Fredendall, L. D., & Douglas, T. J. (2008). The evolving theory of quality management: The role of Six Sigma. *Journal of Operations Management*, 26(5), 630–650.