

PLANTEAMIENTO DE UNA ACTUALIZACIÓN AL PROCESO DE INSTRUCCIÓN
DE UNA ASIGNATURA DE EDUCACIÓN SUPERIOR, BASADA EN SIX-SIGMA,
CASO: PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIEROS

FERNANDO AVILA MARTINEZ
VICTOR GIOVANNY URIBE SOLANO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2010

PLANTEAMIENTO DE UNA ACTUALIZACIÓN AL PROCESO DE INSTRUCCIÓN
DE UNA ASIGNATURA DE EDUCACIÓN SUPERIOR, BASADA EN SIX-SIGMA,
CASO: PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIEROS

FERNANDO AVILA MARTINEZ
VICTOR GIOVANNY URIBE SOLANO

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

Director:

Ph.D. RICARDO LLAMOSA VILLALBA

Codirector:

Ing. SERGIO ENRIQUE MÉNDEZ ACEROS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2010

DEDICATORIA

Dedico este trabajo Dios porque sin su fortaleza no hubiera seguido adelante,

A mis amigos por apoyarme durante la realización de este trabajo,

A mi novia por estar a mi lado todo este tiempo,

A mi buen amigo Víctor por ser mi compañero en la lucha y especialmente

A mi madre porque este y todos mis logros, han sido gracias a ella.

FERNANDO ÁVILA

El alcance de esta meta está dedicado de manera especial,

A Dios por permitirme vivir rodeado de gente valiosa,

A mis padres por el apoyo y amor de manera incondicional,

A mis hermanos por ser el soporte de cada amanecer,

A mi novia por apoyarme y ayudarme en los momentos más difíciles,

A mi gran amigo Fernando por colaborarme en todo momento,

Finalmente a todos aquellos seres que han llegado a mí en este camino,

Seguramente alguna parte de mi corazón les pertenece.

VÍCTOR URIBE

AGRADECIMIENTOS

Ahora que finaliza una etapa más de nuestras vidas, queremos agradecer a todas aquellas personas que aportaron para que culmináramos con éxito una de las metas de nuestra vida.

A nuestro director Ph.D. Ricardo Llamosa Villalba, por habernos permitido aprender de él la gestión y las tareas de una organización; por aceptarnos en el Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software CIDLIS y permitirnos crecer profesionalmente y personalmente.

A nuestro codirector Ing. Sergio Enrique Méndez Aceros, por la confianza depositada, por todas sus enseñanzas y por su apoyo incondicional.

A todos los compañeros del CIDLIS, que en cualquier momento nos brindaron su apoyo y que fueron partícipes de este aprendizaje.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	20
1. ESTADO DEL ARTE	22
1.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	22
1.1.1 Objetivo general	22
1.1.2 Objetivos específicos.....	22
1.2 SIX SIGMA.....	23
1.2.1 Historia y evolución	23
1.2.2 Cultura de six sigma	23
1.2.3 Definición de six sigma.....	24
1.2.4 La filosofía six sigma	26
1.2.5 Definir roles y responsabilidades	26
1.2.6 Metodología: DMAIC	30
1.3 ANTECEDENTES DEL CURSO.....	32
1.3.1 Metodología.....	32
1.3.2 Entradas.....	33
1.3.3 Salidas	34
1.3.4 Componentes	36
2 PLANTEAMIENTO DE LA ACTUALIZACIÓN.....	41
2.1 FASE DEFINIR.....	41
2.1.1 Estado presente	44
2.1.2 Instrucción.....	47
2.1.3 Modelo de instrucción.....	47
2.1.4 Clientes y calidad	50
2.1.5 Team charter	54
2.2 FASE MEDIR.....	54
2.2.1 Mapa de procesos	56
2.2.2 Colección de datos	57
2.2.3 Calcular el nivel sigma del proceso.....	63
2.3 FASE ANALIZAR.....	68

2.3.1	Identificar las causas potenciales	72
2.3.2	Determinar las causas de variación	73
2.3.3	Recolección de ideas para la mejora de procesos.....	74
2.3.4	Establecer mejoras con mayor impacto y control en los requerimientos de los clientes	75
2.3.5	Localizar los riesgos asociados al proceso	76
2.3.6	Causas raíces de mayor impacto	77
2.4	FASE MEJORAR.....	80
2.4.1	Solución propuesta.....	80
2.4.2	Validación del rendimiento.....	81
2.4.3	Comunicación de la solución exitosa	81
2.5	FASE CONTROLAR.....	90
2.5.1	Plan de control	91
3	PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE CAPACIDAD Y ESTABILIDAD	93
3.1	DESEMPEÑO.....	93
3.2	ESTABILIDAD	93
3.3	CAPACIDAD	95
3.3.1	Índices de capacidad.....	96
3.4	MODELO DE EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DEL PROCESO DE INSTRUCCIÓN DEL CEPI.	97
	OBSERVACIONES.....	100
	CONCLUSIONES.....	102
	RECOMENDACIONES.....	104
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	105
	ANEXOS	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Métodos para captar la Voz del Cliente.....	51
Tabla 2. Requerimientos Críticos para el Cliente	53
Tabla 3. Plan de colección de datos CTQ 1	58
Tabla 4. Plan de colección de datos CTQ 2	60
Tabla 5. Plan de colección de datos CTQ 3.....	61
Tabla 6. Nivel de six sigma a partir de los DPMO	65
Tabla 7. Cuadro de despliegamiento de Satisfacción del Cliente.....	72
Tabla 8. Matriz de Impacto/Control	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Contenido teórico de la sesión del curso a partir del estudiante.....	33
Figura 2. Pre-test Vs temas de la sesión teórica.....	34
Figura 3. Tiempo del pre-test Vs nivel de complejidad de las preguntas.....	35
Figura 4. Post-test vs temas expuestos en la conferencias.....	35
Figura 5. Tiempo del post-test Vs nivel de complejidad de las preguntas.....	36
Figura 6. Cumplimiento de los tiempos estipulados para cada sesión.....	37
Figura 7. Cumplimiento actividades de inicio y lectura.....	38
Figura 8. Cumplimiento tiempo de la conferencia.....	38
Figura 9. Claridad, entendimiento y confiabilidad de la conferencia.....	39
Figura 10. Cumplimiento agenda temática de la sesión.....	40
Figura 11. Modelo de Instrucción general.....	47
Figura 12. Tipos y ejemplos de medidas.....	56
Figura 13. Diagrama de causa y efecto del proceso de instrucción.....	57
Figura 14. Tiempo de instrucción por sección.....	59
Figura 15. Diapositivas defectuosas Vs Diapositivas no defectuosas.....	60
Figura 16. Cumplimiento de los objetivos y metas Vs el plan de gestión.....	62
Figura 17. Desempeño de los tiempos, redacción e interpretación del relator según diagrama de flujos.....	62
Figura 18. Cumplimiento de la agenda temática por sección.....	63
Figura 19. Relaciones que constituyen la enseñanza.....	71
Figura 20. Ciclo de análisis del problema.....	74
Figura 21. Gráfico del modelo de instrucción por sección CEPI_II_2009.....	79

Figura 22. Grafico del modelo de instrucción CEPI_I_2010 Primera sesión.....	85
Figura 23. Grafico del modelo de instrucción CEPI_I_2010 Segunda sesión.....	86
Figura 24. Proceso estable.	94
Figura 25. Proceso no estable.	95
Figura 26. Capacidad del proceso	96
Figura 27. Modelo de evaluación de la estabilidad y capacidad del proceso de instrucción	99

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	108
ANEXO B	109
ANEXO C	112
ANEXO D	114
ANEXO E	115
ANEXO F.....	118
ANEXO G.....	120
ANEXO H.....	121
ANEXO I.....	122
ANEXO J.....	124

RESUMEN

TITULO: PLANTEAMIENTO DE UNA ACTUALIZACIÓN AL PROCESO DE INSTRUCCIÓN DE UNA ASIGNATURA DE EDUCACIÓN SUPERIOR, BASADA EN SIX-SIGMA, CASO: PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIEROS.

AUTORES: AVILA MARTINEZ FERNANDO, URIBE SOLANO VICTOR GIOVANNY**

PALABRAS CLAVE: Six sigma, DMAIC, CEPI, Instrucción, Mejoramiento de procesos.

DESCRIPCIÓN:

Durante la realización de este trabajo se planteó una actualización de los diferentes elementos del proceso de instrucción mediante la aplicación six sigma, como metodología de mejora de procesos existentes y que se busca incrementar la calidad de la asignatura. Así mismo se elaboraron los documentos necesarios para soportar todas fases desarrolladas en el trabajo de grado.

Como metodología de análisis y mejora del proceso de instrucción se utilizo DMAIC, la cual se compone de las fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

En la primera fase, Definir, se presentaran los objetivos y metas que se buscan en el proyecto, se realiza una observación del estado actual del proceso y se obtienen los requisitos críticos de calidad.

En la fase Medir, se crea un plan de medición que fue ejecutado utilizando las diferentes formas de colección de datos aplicado a los criterios críticos de calidad establecidos en la fase Definir.

En la tercera fase se identificaran las posibles causas raíces dentro del proceso y al final de la fase se establecerá la razón del porque ocurren los problemas y en qué circunstancias estos suceden.

Dentro de la fase Mejorar, se planteara una posible solución a los problemas encontrados, además se actualizara el plan de gestión del CEPI junto con las aplicaciones y plantillas necesarias para tener mejor control de la mejora planteada.

Por último, en la fase de Control se explicara cómo debe llevarse a cabo la verificación de los procesos para identificar posibles errores y corregirlos a tiempo.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, Director: Ph.D. Ricardo Llamosa Villalba, Codirector: Ing. Sergio E. Méndez Aceros.

SUMMARY

TITLE: AN APPROACH OF UPDATE TO THE INSTRUCTION PROCESS OF A SIGNATURE OF HIGHER EDUCATION, BASED ON SIX-SIGMA CASE: PROBABILITY AND STATISTICS FOR ENGINEERS.*

AUTHORS: AVILA MARTINEZ FERNANDO, URIBE SOLANO VICTOR GIOVANNY**

KEY WORDS: Six sigma, DMAIC, CEPI, Instruction, Process improvement.

DESCRIPTION:

During the preparation of this degree work, we proposed to improve several elements of the instructional process by implementing six sigma as a methodology for improving existing processes and seek to increase the quality of the subject. Also the necessary documents were prepared to support all phases developed in this degree work.

The methodology used for analysis and improvement of the instruction process was DMAIC, which comprises the steps Define, Measure, Analyze, Improve and Control.

In the first phase, Define, objectives and goals that pursued in the project will be presented, an observation of the current status is made and the critical requirements of quality are obtained.

In the Measure phase, a measurement plan is created. It's executed using different data collection techniques applied to critical quality criteria established in the Define phase.

In the third stage, the possible root causes into the process are identified and at the end of this phase reasons for why the troubles appears are established, also under what circumstances it happens.

Within the Improve phase, a possible solution for the founded problems is raised, in addition the management plan of CEPI will be upgraded with applications and necessary templates to take better control of the proposed improvement.

Finally, at the control phase it will be explained how the processes verification must be done for identify possible mistakes and correct it on time.

* Grade Work

** Faculty of Physical-Mechanical, Engineering Electrical, Electronic and Telecommunications School, Director: Ph.D. Ricardo Llamasa Villalba, Codirector: Ing. Sergio E. Méndez Aceros.

GLOSARIO

ALCANCE: define los límites del proceso o del proyecto de mejora; señala específicamente donde residen las oportunidades de mejora (puntos inicial y final); define dónde y qué hay que medir y analizar; tiene que estar dentro de la esfera de influencia y control del equipo que trabaja en el proyecto y, cuanto más amplio sea el alcance, más complejo y más tiempo requerirá el esfuerzo de mejora del proceso.

AMFE (Análisis de Modos de Fallo y Efectos): es un proceso disciplinado que le permite anticiparse a los fallos, identificarlos y preverlos. El modo en que parte del proceso puede incumplir las especificaciones, creando un defecto y el impacto en el cliente si ese modo de fallo no se prevé o se corrige.

BB: (Black Belt): líderes del equipo y jefes del proyecto, con habilidades de facilitador, responsables de dirigir un proyecto hasta la conclusión del mismo.

CHAMPION: persona que representa a un equipo ante la alta dirección; da el aprobado final a las recomendaciones del equipo, y apoya su trabajo ante el consejo de calidad; facilita la obtención de recursos para el equipo según sean necesarios; ayuda al Black Belt y al equipo a superar los obstáculos; y es el mentor para el Black Belt.

CLIENTE: cualquier persona y organización, interna o externa, que recibe el resultado (producto o servicio) del proceso; comprender el impacto del proceso tanto en los clientes internos como externos es fundamental para la gestión y mejora de los procesos.

CRÍTICOS PARA LA CALIDAD O CTQ (Critical To Quality): elementos de un proceso que afectan significativamente la salida de ese proceso. Es vital identificar esos elementos para entender cómo hacer mejoras que reduzcan dramáticamente los costos y mejoren la calidad.

DEFECTO: una característica medible del proceso o de su salida que no está dentro de los límites aceptables para el cliente, es decir, que no está conforme a las especificaciones.

DMADV: es una estrategia de calidad para diseñar productos y procesos, es una parte integral de la iniciativa de la calidad Seis Sigma. Consiste en cinco fases: definir, medir, analizar, diseñar, verificar.

DMAIC: acrónimo del sistema de gestión y mejora de procesos que comprende las fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

DPMO o Defectos por millón de oportunidades: cálculo utilizado en las iniciativas de mejora de procesos Seis Sigma que indica la cantidad de defectos de un proceso por millón de oportunidades; el número de defectos dividido por (el número de unidades por el número de oportunidades), por un millón = DPMO.

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis): análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE).

GB (Green Belt): es un miembro de la compañía, que posee altas habilidades en un área específica en que desarrolla el proceso. Su participación en el proyecto puede ser parcial o de tiempo completo. Desarrollan destrezas en las herramientas estadísticas.

GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL O TQM (Total Quality Management): un enfoque de la gestión que se centra en la organización como un sistema, con énfasis en los equipos, los procesos, la estadística, la mejora continua y la entrega de productos y servicios que satisfacen y exceden las expectativas de los clientes.

MBB (Master Black Belt): Son los expertos en la metodología, y los responsables de las implantaciones estratégicas en la organización. Son los encargados del entrenamiento y los mentores de los Black Belts y Green Belt; ayudan a priorizar y a calcular el impacto de los proyectos.

REQUISITOS DE CLIENTE: define las necesidades y expectativas del cliente, traducidas a términos medibles y utilizados en el proceso para garantizar la compatibilidad con las necesidades del cliente.

SIGMA: letra del alfabeto griego utilizada en estadística para representar la desviación estándar de una población, un indicador del grado de variación en un conjunto de medidas o en un proceso.

SEIS SIGMA: un concepto estadístico que mide un proceso en términos de defectos, en un nivel Seis Sigma sólo existen 3,4 defectos por millón de oportunidades. Seis Sigma es también una filosofía de gestión que enfoca su atención en eliminar los defectos a través de prácticas que enfatizan la comprensión, la medida y la mejora de los procesos.

VOZ DEL CLIENTE O VOC (Voice of Customer): Datos (quejas, cuestionarios, comentarios, investigaciones de mercado, etc) que representan la perspectiva/necesidades de los clientes de la empresa; debe traducirse a requisitos medibles para el proceso.

INTRODUCCIÓN

Cambiar los elementos, procesos y métodos en busca de la satisfacción de todos los entes presentes, aumentar beneficios y alcanzar un alto nivel de calidad en sus resultados dentro de las universidades, es una de las tareas más comunes de hoy en día. Con el continuo incremento de la competencia en el nivel de educación ofrecida por muchas universidades resulta necesario optimizar los procesos presentes para obtener un nivel de calidad competente.

Es necesario realizar un cambio en pro del beneficio de la calidad de las asignaturas de educación superior utilizando técnicas y metodologías que conlleven a tener una confiabilidad en la realización de los procesos internos a cada una. Por esto, es necesaria la implementación de metodologías que permiten aumentar la confiabilidad en los procesos y por eso fue escogida six sigma, la cual permite, de acuerdo con la herramienta DMAIC, la posibilidad de mejora del proceso de instrucción actual. Six sigma es una estrategia basada en la medición y la técnica utilizada en el proceso, por esto es clave la cuantificación de los procesos, conociendo y especificando los resultados esperados.

En este libro se detallara básicamente los elementos que hacen parte del curso de probabilidad y estadística para ingenieros CEPI, enfocándose en el área de instrucción, se definirán sus componentes y se encontraran las principales falencias de acuerdo a los requisitos establecidos por los entes (clientes internos y externos) del curso de probabilidad y estadística para ingenieros. Además se realizará un análisis detallado de los errores encontrados para poder proponer una posible mejora del proceso de instrucción actual.

Este trabajo parte de la necesidad de buscar solución a los problemas presentados dentro del proceso de instrucción del CEPI, como son: La falta de

control de tiempo dedicado a la asignatura, la no satisfacción de los instructores y estudiantes con respecto a cómo se está llevando a cabo la asignatura, la cantidad de errores presentados en los materiales de apoyo y la ejecución incompleta del plan de gestión. Esto conlleva a un mayor costo de los recursos destinados a la asignatura y a un mayor desgaste por parte de los integrantes del CEPI.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1.1 Objetivo general

- Proponer un planteamiento inicial para efectuar una actualización del proceso de instrucción en una asignatura de Educación Superior basado en la metodología SIX-SIGMA, tomando como caso de estudio el curso de probabilidad y estadística para ingenieros.

1.1.2 Objetivos específicos

- Revisar el registro histórico de los cuatro últimos semestres académicos respecto al proceso de instrucción vigente en el curso de probabilidad y estadística para ingenieros identificando su metodología, entradas, salidas y componentes.
- Esbozar un planteamiento para efectuar una posible actualización al proceso de instrucción del curso de “Probabilidad y Estadística para Ingenieros”, con base en la metodología de SIX-SIGMA.
- Definir los parámetros para la evaluación de la estabilidad y capacidad para la posible actualización del proceso de instrucción de la asignatura de “Probabilidad y Estadística para Ingenieros”.

1.2 SIX SIGMA

1.2.1 Historia y evolución

El concepto de six sigma fue adoptado en 1980 por Motorola donde fue creado y aprobado. Después de que Motorola ganara el premio “Malcolm Baldrige Quality Award¹”, otras empresas se empezaron a interesar en aprender acerca de six sigma. Inicialmente los beneficios de six sigma fueron solamente operacionales, considerándose como una métrica y se centro solo en reducción de defectos y en la mejora del tiempo de ciclo. Al pasar de los años six sigma ha evolucionado y ahora no solo se enfoca en la parte operacional, sino que también tiene como objetivos la ejecución de estrategias y la creación de valor agregado [1].

Hoy en día se debe examinar la calidad que hay en la educación, y esto puede empezarse por inspeccionar la gestión en los programas académicos a través de six sigma.

1.2.2 Cultura de six sigma

La cultura de six sigma sugiere un ambiente de trabajo y calidad de vida de trabajo donde todos en la organización desean alcanzar el objetivo de six sigma, para aumentar la satisfacción del cliente, aumentar la eficiencia, reducir costos y mejorar la rentabilidad. Esta cultura ofrece un enfoque importante y continuo de la gestión.

¹ Premio anual que reconoce a las organizaciones de EE.UU. en los negocios, cuidado de la salud, la educación y los sectores sin fines de lucro para la excelencia en el rendimiento.

1.2.3 Definición de six sigma

Six sigma es un método organizado y sistemático para mejorar los procesos de desarrollo de productos y servicios nuevos que dependen de métodos estadísticos y métodos científicos para satisfacer la expectativa de los clientes y minimizar la tasa de defectos. Los tres objetivos principales en la utilización de six sigma son: la satisfacción del cliente, minimización del tiempo de actividad y el número de imperfecciones [2].

En este enfoque, se pretende reducir los errores a 3,4 defectos por millón de unidad de producto o en otras palabras, una producción de 99,997%. Aunque técnicamente six sigma recuerda a la producción de productos con una tasa de error de 3,4 casos por millón de unidades, prácticamente no es la única herramienta para la medición de tasa de errores de los productos, sino que también es un programa integral que conduce a la mejora del rendimiento, la promoción de la capacidad de competencia y por último aumenta los beneficios de la organización utilizando varias metodologías y herramientas.

Six sigma ha sido concebido como una estrategia de gestión para mejorar la calidad evaluando cuantitativamente los procesos de organización y reduciendo las variaciones de los procesos [3].

Six sigma esta descrito en términos de tres perspectivas [4]:

- Filosofía: Ser más rentable, six sigma se puede utilizar para mejorar la satisfacción del cliente mediante la eliminación de defectos.
- Métricas: Como métrica, six sigma significa 3,4 DPMO (defectos por millón de oportunidades). Además six sigma incluye varias formas de medida como la tasa de defectos (partes por millón), Nivel Sigma, DPU (defectos por unidad), y el rendimiento.

- Marco de Mejora: six sigma posee varios juegos de herramientas y metodologías de solución estructurada de problemas tales como DMAIC y DFSS (design for six sigma).

Six sigma es:

- **Una herramienta:** six sigma es una herramienta estadística y solucionadora de problemas
- **Una estrategia de gestión:** que permite a las empresas diseñar, operar, controlar y monitorear procesos todos los días.
- **Un concepto o una idea:** que tiene que primero ser entendida y después fusionada con la cultura de la organización.
- **Un proceso:** la excelencia en los negocios giran en torno a los procesos.
- **Una medida:** de la total calidad, así como de los defectos que podrían haber sido pasados por alto hasta ahora.
- **Una meta de desempeño:** que aplica a los parámetros CTQ's² (parámetros que juegan un papel importante en la determinación de la calidad de cualquier producto o servicio).

Con todo esto se puede decir que la utilización de six sigma en el proceso de instrucción en la materia “estadística y probabilidad para ingenieros”, puede ayudar a mejorar los procesos existentes interna y externamente a este. Además se creara una cultura en donde prime la calidad, determinando los objetivos y metas, para después ser llevados a cabo mediante un plan de gestión y que se puedan disminuir al máximo los errores que se cometen durante el proceso.

² Acrónimo de Critical To Quality

1.2.4 La filosofía six sigma

Six sigma es la aplicación del método científico para el diseño y operación de sistemas de gestión y procesos de negocio que permiten a las organizaciones ofrecer los mejores resultados a los clientes y a los propietarios. El método científico es el siguiente [2]:

1. Observar algún aspecto importante del mercado de su negocio
2. Desarrollar una explicación tentativa, o hipótesis, consistente con las observaciones.
3. Basado en las hipótesis, hacer predicciones.
4. Probar las predicciones a través de experimentos o realizando observaciones más detalladas. Guardar estas observaciones. Modificar la hipótesis basada en los nuevos hechos. Si existe variación, usar herramientas estadísticas para ayudar a separar la señal del ruido.
5. Repetir los pasos 3 y 4 hasta que no hayan discrepancias entre la hipótesis y los resultados de los experimentos u observaciones.

1.2.5 Definir roles y responsabilidades

Una vez se haya seleccionado six sigma como herramienta de mejora, el siguiente trabajo es realizar la selección de los líderes del proyecto, miembros del equipo, líderes de equipo y facilitadores. Algunos roles pueden tener nombres de artes marciales: black belt, green belt, y master black belt (Según se sabe, estos títulos se acuñaron por un experto en mejora procesos de Motorola debido a una pasión por el karate). Otros roles tendrán nombres más familiares [2] [5].

1.2.5.1 Líderes del proyecto

Los líderes del proyecto o líderes del equipo son los individuos quienes son los principales responsables del trabajo y de los resultados en el proyecto six sigma. Muchos Líderes de proyecto se enfocan en la mejora, diseño o rediseño de los procesos, pero también se preocupan por los sistemas vinculados a la toma de la voz del cliente, las mediciones, o la gestión de procesos. Algunas de sus responsabilidades específicas incluyen:

- Revisar y aclarar los fundamentos del proyecto con el patrocinador.
- Desarrollar y actualizar el plan del proyecto y el plan de implementación.
- Seleccionar o ayudar a seleccionar a los miembros del equipo de trabajo.
- Identificar y buscar recursos e información.
- Definir y ayudar a los demás miembros del equipo de trabajo en el uso apropiado de las herramientas de six sigma, así como también darles a conocer las diferentes técnicas de gestión.
- Revisar la programación del proyecto y mantenerlo en continuo movimiento para alcanzar las soluciones y resultados finales.
- Apoyo a la transferencia de las nuevas soluciones o procesos para las operaciones en curso, mientras trabaja con líderes del proyecto.

1.2.5.2 Black belt

Considerando todos los aspectos, este es probablemente el rol más crítico en six sigma. El black belt es la persona que está dedicada a tiempo completo en la busca de oportunidades de cambio y conducir estas oportunidades para lograr los resultados esperados. El black belt lidera, inspira, maneja, delega, entrena, y

ayuda a sus colegas y se convierte en casi un experto en las herramientas para evaluar problemas y para arreglar o diseñar procesos y productos.

Normalmente, el black belt es el principal responsable de que el equipo de trabajo empiece con el proyecto, observando y participando en la formación, y manteniendo el desarrollo del proyecto en continuo movimiento para alcanzar resultados exitosos.

Sin un fuerte e incansable black belt, el equipo six sigma usualmente no es efectivo. El black belt debe poseer algunas habilidades, incluyendo la solución de problemas, la habilidad para recoger y analizar datos, inteligencia organizacional, liderazgo, y buen sentido de la administración. Además, debe ser experto en gestión de proyectos.

1.2.5.3 Master black belt (MBB)

En algunas organizaciones, el master black belt sirve como entrenador y mentor o consultor a los black belt en una variedad de proyectos. En algunas instancias, el MBB es un experto real en herramientas analíticas de six sigma, a menudo con una formación en ingeniería, o con un grado avanzado en negocios.

En algunas compañías, el MBB juega un rol de agente organizacional, ayudando a promover el uso de los métodos y soluciones de six sigma. Finalmente, el MBB puede estar involucrado en algunos puntos referentes al proyecto: por ejemplo, investigar los requisitos del cliente o desarrollar medidas para los procesos clave.

Las responsabilidades del MBB incluyen:

- Ser altamente competentes en el uso de la metodología six sigma para lograr resultados tangibles.
- Expertos técnicos más allá de nivel de un black belt en uno o más aspectos de la mejora de procesos (por ejemplo, análisis estadísticos avanzados,

gestión de proyectos, comunicaciones, administración de programas de enseñanza, entrenamiento de proyecto).

- Identificar las oportunidades de alto nivel para la aplicación del enfoque de six sigma en la organización.

1.2.5.4 Green belt

Un green belt es alguien capacitado con habilidades en six sigma, a menudo al mismo nivel que un black belt. Pero sigue teniendo un “trabajo real” y sirve como un miembro del equipo de trabajo o como líder six sigma del equipo a medio tiempo. Algunas empresas han requerido de grandes segmentos de su población para ser entrenados como green belts. El papel del green belt es llevar los nuevos conceptos y herramientas de six sigma correctamente en las actividades de la organización cada día.

Algunas responsabilidades del green belt son:

- Demostrar dominio del conocimiento de la funciones del green belt.
- Demostrar competencia en el logro de resultados a través de la aplicación del enfoque de six sigma.
- Participar en los equipos de trabajo del proyecto six sigma.
- Dirigir equipos six sigma en proyecto de mejora locales.
- Trabajar continuamente de cerca con otros líderes del proyecto para aplicar el análisis formal de los datos dentro del marco de mejora de los procesos.
- Compartir conocimientos sobre six sigma a los equipos de trabajo.

1.2.5.5 Patrocinadores

Los patrocinadores son individuos de alto nivel que entienden six sigma y se han comprometido a su éxito. Los patrocinadores son dueños de procesos y sistemas que ayudan a iniciar y coordinar las actividades de mejora six sigma en sus áreas de responsabilidades.

Algunas responsabilidades del patrocinador incluyen:

- Es el responsable en última instancia por el éxito de los proyectos patrocinados.
- Participar activamente en los proyectos.
- Asegurar que se provean suficientes recursos para el proyecto.
- Revisar personalmente los progresos.
- Identificar y superar barreras y problemas.
- Evaluar y aceptar resultados.

1.2.6 Metodología: DMAIC

El desarrollo de six sigma es evolutivo, no revolucionario, e integra muchas herramientas útiles de gestión de calidad. Por lo tanto, no es sorprendente encontrar coincidencias entre los six sigma, TQM, y normas ISO. El núcleo de la metodología six sigma es impulsado por la comprensión estrecha de las necesidades de los clientes y el uso disciplinado de hechos, datos y análisis estadístico.

Una típica metodología para la mejora de procesos existentes contiene 5 fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. La metodología DMAIC puede ser usada para encontrar problemas en procesos existentes y ser capaz de arreglarlos

para mejorar estos procesos. También se puede utilizar para ampliar las capacidades actuales de un proceso existente mediante la identificación de oportunidades para mejorarlos. Cada etapa de DMAIC esta explicada así [6]:

- Definir: consiste en definir los objetivos del proyecto en concordancia con los objetivos de la organización, el alcance del proyecto, los clientes con sus necesidades, y los equipos de proyecto.
- Medir: es recoger datos sobre los procesos actuales, y desarrollar sistemas de medida para validar los datos recogidos. Sobre la base de datos medidos, se calcula el rendimiento de los procesos en curso.
- Analizar: es identificar maneras de reducir la brecha entre el nivel de rendimiento actual y los objetivos deseados. El equipo del proyecto analiza los datos recogidos de los procesos actuales, y determina las causas de desempeño de los procesos.
- Mejorar: consiste en identificar, evaluar y seleccionar las correctas soluciones de mejora. Centrándose en las causas identificadas en la fase Analizar, el equipo del proyecto genera y selecciona un conjunto de soluciones para mejorar el rendimiento del nivel Sigma actual.
- Controlar: la fase de control es la aplicación de las soluciones finales y garantizar el mantenimiento de la nueva mejora de los procesos de forma tal que la mejora en el rendimiento del nivel Sigma se sostenga en el tiempo.

Es sabido que el proceso a tratar ya está siendo utilizado, se puede implementar esta metodología para procesos existentes, por tanto, cada una de las fases será tratada en los siguientes capítulos.

1.3 ANTECEDENTES DEL CURSO

Como procesos fundamentales de la formación profesional del estudiante, encierran un sin número de variables que condicionan el desempeño académico sea cual fuese su nivel. Los procesos desarrollados en los diferentes periodos en el cual se ha suministrado el curso constituyen la consolidación no solo de los aspectos académicos (capacidades condicionales), técnicos y psicológicos, si no, aspectos sociales y del desempeño interpersonal, de esta forma los métodos utilizados en el CIDLIS para el proceso instructivo del CEPI, permite desarrollar en ellos aspectos complementarios en su formación como individuos inter e independientes. Por lo cual el proceso de instrucción se convierte en un vehículo para dicha consolidación y responde a un proceso pedagógico de educación del estudiante, y está supeditado a todas las reglas y principios de la educación del hombre. Por lo tanto el registro histórico de los cuatro últimos semestres registrado en el CIDLIS proporciona información base para el desarrollo de este proyecto investigativo.

Basados en la fuente de información escrita suministrada en los folder CEPI_II_2007, CEPI_I_2008, CEPI_II_2008 y CEPI_I_2009 facilitados por el CIDLIS se recopila la información dada por la Relatoría_v3 e informes de avance interno se obtienen del proceso de instrucción los siguientes parámetros.

1.3.1 Metodología

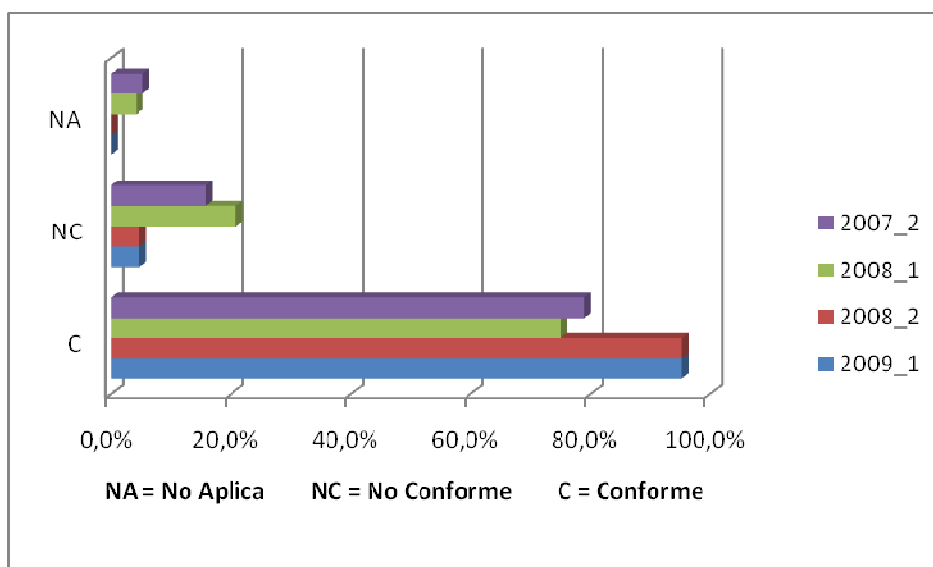
El tratamiento metodológico que implementa el CIDLIS para el CEPI está vinculado a la base conceptual de la asignatura, por lo que se identifica el problema didáctico, objeto de análisis con el término general de problema conceptual metodológico, la metodología orientada a la instrucción no existen aisladas sino que se entrelazan con el resto de las formas del trabajo

metodológico concebidas con un enfoque de sistema desde su planificación hasta su ejecución, de acuerdo con los deficiencias detectadas a través de la labor del equipo docencia y control que se desarrolla en los diferentes niveles organizativos existentes, a partir de la cuales se determinan las prioridades del trabajo metodológico en cada curso ya que las juegan entonces un importante papel dirigido a proponer determinadas soluciones instructivas a dichas insuficiencias.

1.3.2 Entradas

El proceso evidenciado en el desarrollo del CEPI muestra como entrada al mismo estudiante, es por ello que esta es variable, además tenemos también como entrada el contenido teórico del curso. En la figura 1 identificamos un porcentaje de interés acerca de la no conformidad del estudiante referente a la percepción del contenido teórico de cada sesión propuesto en el plan de gestión propuesto para cada uno de los cuatro semestres de registro histórico.

Figura 1. Contenido teórico de la sesión del curso a partir del estudiante.

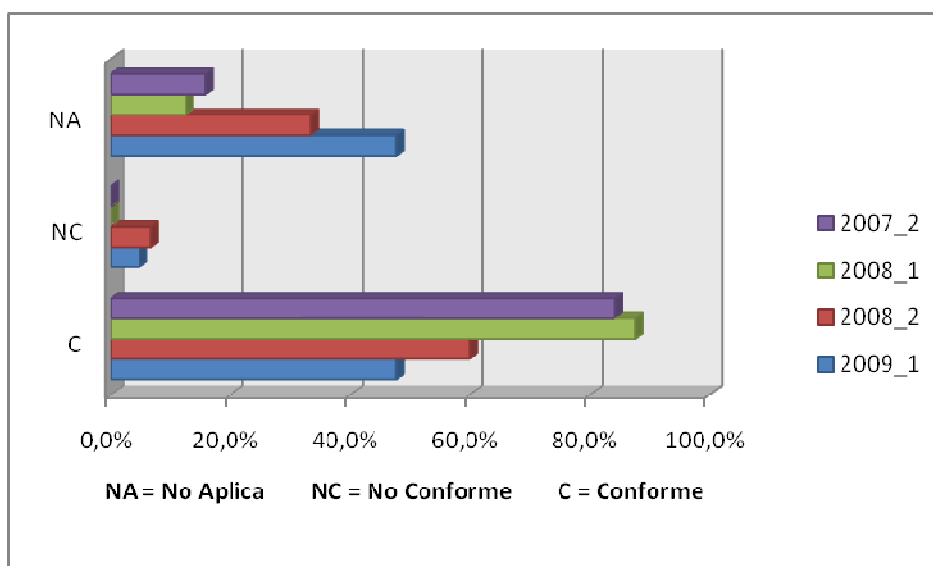


Fuente: Los autores

1.3.3 Salidas

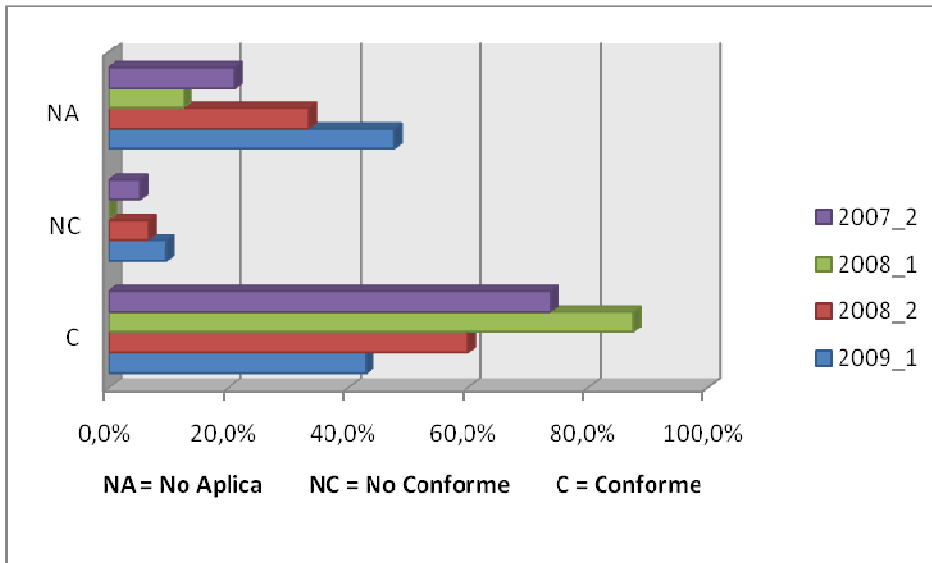
En este contexto de salida identificamos de manera cuantitativa: las evaluaciones, las auditorias, los Pre-Test, los Post-Test, las actividades semanales; además de las cualitativas: en el cual interpretamos la identificación de cada estudiante en el rol asignado dentro de su respectiva grapa, la actitud y aptitud de cada estudiante frente a situaciones académicas, personales y sociales en relación a los objetivos del curso. Para las figura 2 Y figura 3 extraemos de manera porcentual cerca del 12.5% de no aplica, mostrando factores que impiden en su totalidad el cumplimiento del plan de gestión.

Figura 2. Pre-test Vs temas de la sesion teorica



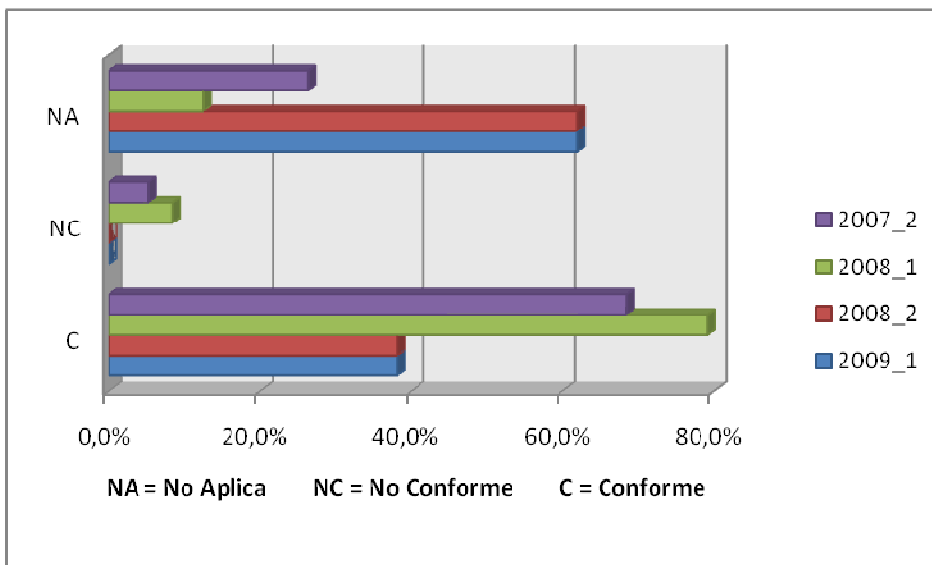
Fuente: Los autores

Figura 3. Tiempo del pre-test Vs nivel de complejidad de las preguntas



Fuente: Los autores

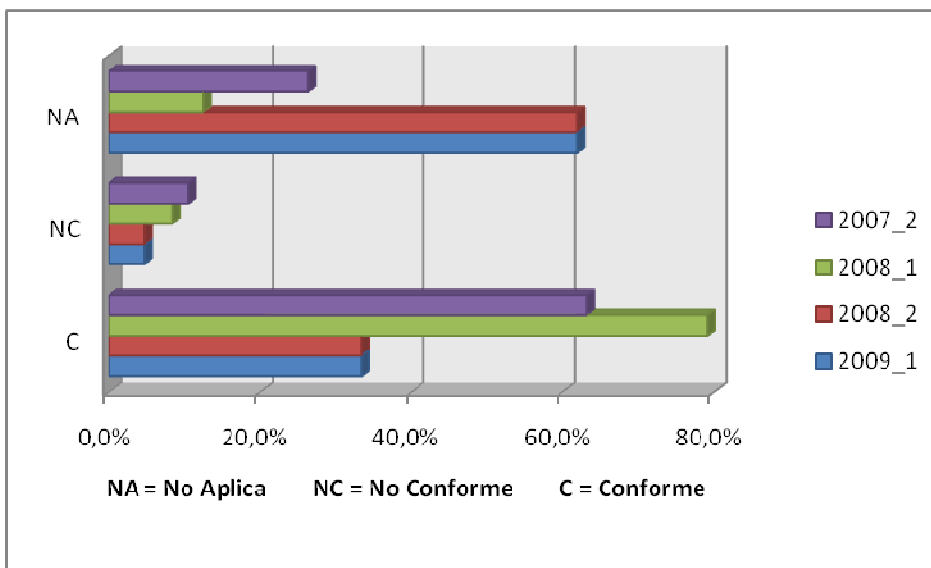
Figura 4. Post-test vs temas expuestos en la conferencias



Fuente: Los autores

En las figuras 4 y 5, se observa el contenido y el tiempo del post-test en relación a la sesión teórica, mostrando debilidades en el proceso instructivo del CEPI ya que a la realización una evaluación cuantitativa el estudiante no abarca en su totalidad el tema de cada sesión.

Figura 5. Tiempo del post-test Vs nivel de complejidad de las preguntas



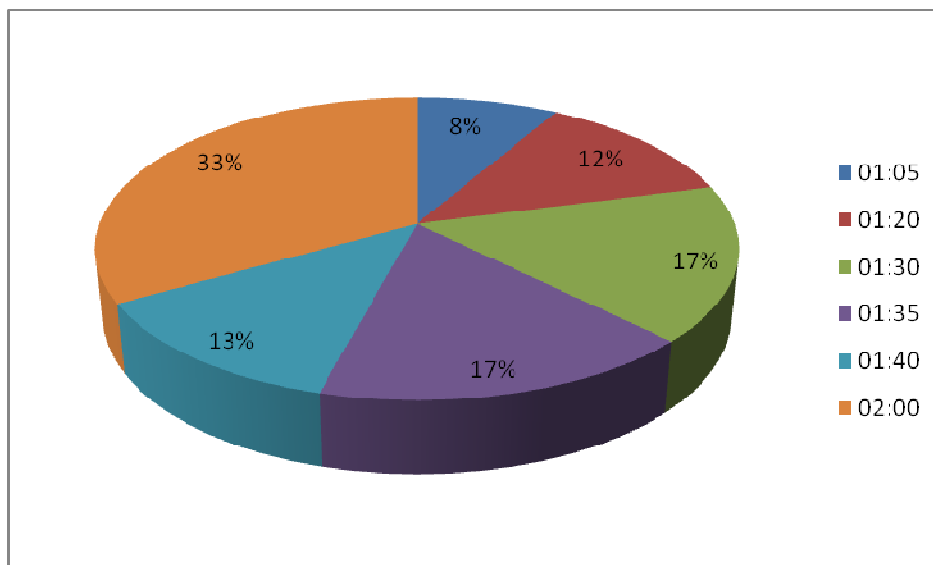
Fuente: Los autores

1.3.4 Componentes

Dentro de los componentes se halla una pequeña contradicción didáctica entre el contenido de la asignatura y la manera óptima de impartirlo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, o sea, entre el contenido y su orientación instructiva, entre el “qué” enseñar y “cómo” hacerlo para potenciar el aprendizaje de los estudiantes; entre los componentes se evidencia el material de apoyo, las diapositivas de cada sección, el equipo docencia; gran parte de estos componentes soportadas en el plan de gestión de cada semestre recopilado. Para ello el CIDLIS emplea dentro

del mismo CEPI un formato de seguimiento y control llamado relatoría_v3 en esta se evidencia el tiempo del cumplimiento de la agenda. Ver figura 6.

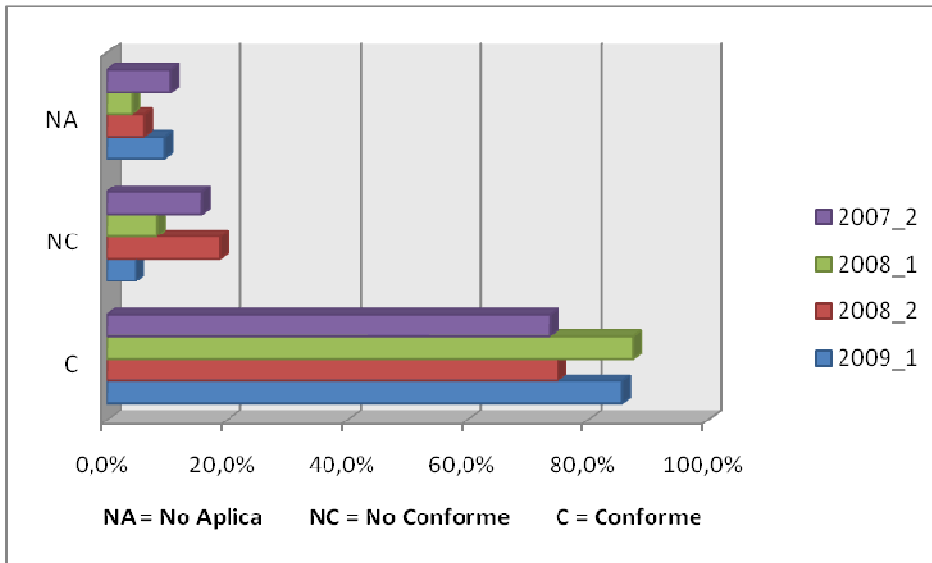
Figura 6. Cumplimiento de los tiempos estipulados para cada sesión



Fuente: Los autores

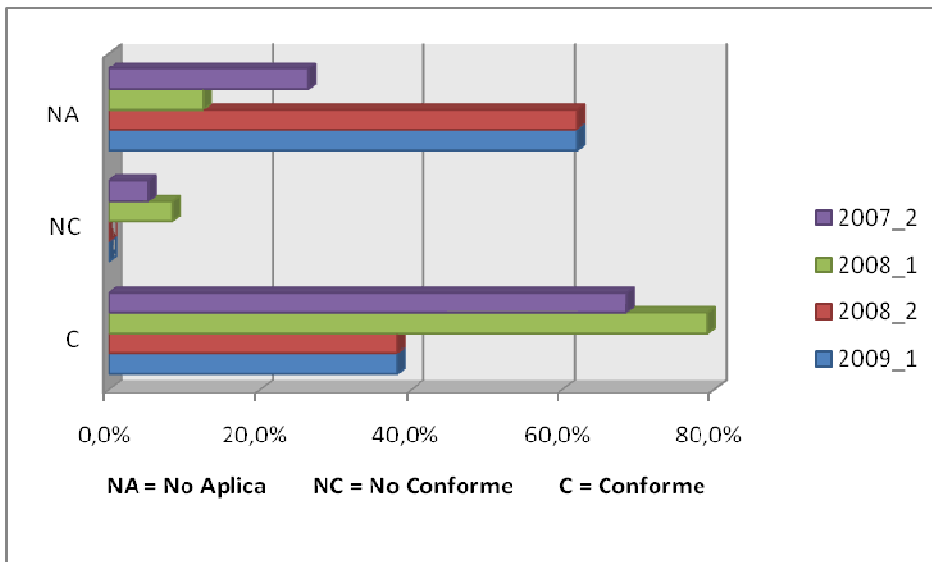
El cumplimiento de las actividades programadas tanto de inicio como de cierre estaba enfatizado en su mayoría a la realización de pruebas de conocimiento con la finalidad de cuantificar el estudio previo del estudiante y la atención del mismo durante la clase respectivamente. Ver figura 7.

Figura 7. Cumplimiento actividades de inicio y lectura



Fuente: Los autores

Figura 8. Cumplimiento tiempo de la conferencia

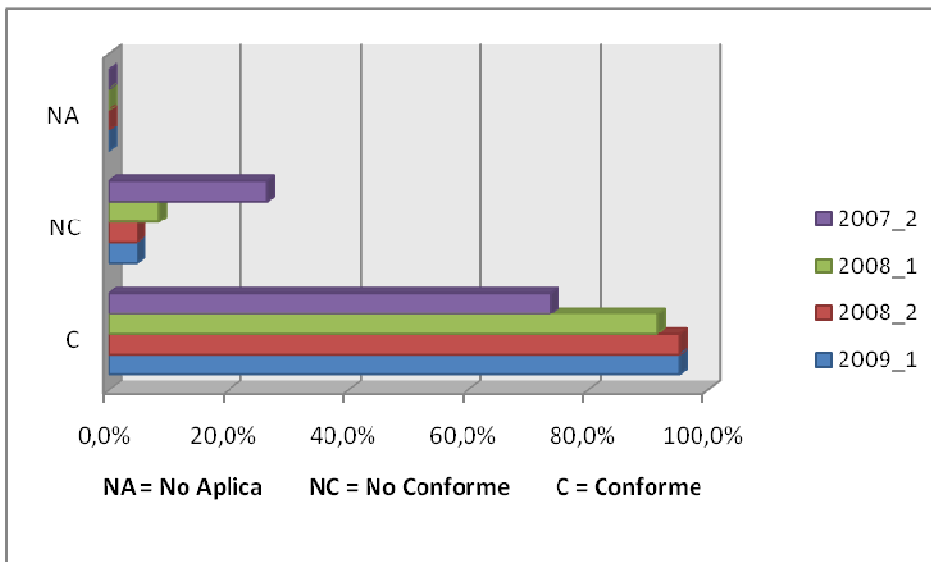


Fuente: Los autores

En la figura 8 se visualiza dentro del proceso instructivo establecido en el CEPI el cumplimiento establecido para el desarrollo de la conferencia por parte del docente; cabe aclarar que este tiempo aunque esta limitado por el tiempo de sesión no es el mismo, es por ello que este se da de manera cualitativa.

Gran parte de la conferencia esta soportada en las diapositivas, con el documento de seguimiento y control el CIDLIS identifica desde el punto de vista del estudiante la claridad, el entendimiento y la confiabilidad de la misma. Ver figura 9.

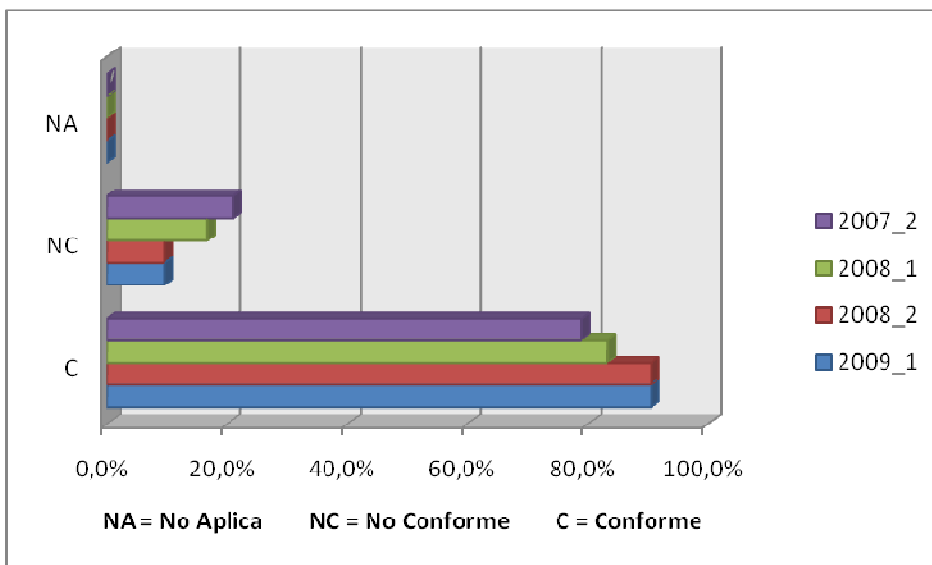
Figura 9. Claridad, entendimiento y confiabilidad de la conferencia



Fuente: Los autores

La agenda temática de la sesión es la planeación del equipo docente acerca de los parametros e items del desarrollo de la sesión. Ver figura 10.

Figura 10. Cumplimiento agenda tematica de la sesion



Fuente: Los autores

2 PLANTEAMIENTO DE LA ACTUALIZACIÓN

Como se estableció anteriormente, la metodología utilizada para el planteamiento de la actualización del proceso de instrucción es DMAIC³, cuyas fases serán detalladas a continuación.

2.1 FASE DEFINIR

Durante la fase de definir del proyecto, el equipo de trabajo es el responsable de aclarar el propósito y alcance del proyecto, para conseguir una comprensión básica de que el proceso sea mejorado, y para determinar las percepciones de los clientes y las expectativas de calidad. También es importante establecer estimaciones realistas de tiempo y costes. Todas estas cosas asegurarán de que los interesados están conscientes de lo que se va a hacer, cómo se evaluará el progreso del proyecto y cuál es el producto final [6].

En algunas organizaciones, una gran cantidad de trabajo se hace antes de empezar un proyecto nuevo, así que todos los involucrados ya son conscientes de la necesidad del proyecto y está seguro de que la metodología DMAIC garantiza el éxito del proyecto. En otras circunstancias, sin embargo, lo que confirma que un proyecto es adecuado para este modelo también es parte de la fase de Definición [6].

Este primer paso sienta las bases para el proyecto en su conjunto y, a menudo representa el mayor desafío para el equipo de trabajo. El equipo debe lidiar con una serie de preguntas [6]:

³ DMAIC: Acrónimo de Define, Measure, Analyze, Improve and Control

¿Qué estamos haciendo?

¿Por qué estamos trabajando en este problema en particular?

¿Quién es el cliente?

¿Cuáles son los requisitos del cliente?

¿Cómo es el trabajo que actualmente se está haciendo?

¿Cuáles son los beneficios de hacer la mejora?

Una vez que estas preguntas son respondidas, al menos en forma de proyecto, la metodología DMAIC puede ser desarrollada. Esta fase puede variar, dependiendo de la organización, pero generalmente incluye [6]:

- *Un caso de negocio:* ¿Por qué se escogió este proyecto en particular?
- *El problema o la oportunidad y las declaraciones de objetivos:* ¿Cuál es el problema específico que se está afrontando, y qué resultados se busca?
- *Limitaciones y supuestos:* ¿Qué limitaciones se encuentran en el proyecto y que expectativas de recursos se están haciendo?
- *Alcance:* ¿Cuáles son los límites del proceso actual?
- *Los actores y los papeles:* ¿Quiénes son los miembros del equipo, cuáles son sus roles y que otras partes están interesadas?
- *Plan Preliminar:* Cuando se completara cada fase de la metodología DMAIC propuesta.

Este modelo tiene por objeto definir el enfoque del proyecto, aclarar los resultados que se buscan, confirman el valor para el negocio, establecer los límites y los recursos para el equipo, y ayudar al equipo a comunicar sus objetivos y planes. El plan del proyecto es el primero, y, a menudo más importante, paso que debe ser aprobado por el campeón del proyecto antes de que el equipo proceda a su ejecución.

El siguiente trabajo del equipo de trabajo es el de identificar el rol más importante dentro de cualquier proceso: el cliente. Los clientes pueden ser internos y externos. Es de suma importancia para el equipo de trabajo conseguir la mejor solución referente a lo que los clientes quieren, especialmente a los clientes externos, que son los que determinan que el proceso continúe o no dependiendo de los resultados.

También es necesario aclarar cuáles son las funciones del proceso y cuáles son los recursos necesarios desde el principio para evitar malentendidos. El líder del proyecto (normalmente un black belt o green belt), y el campeón tiene que ser identificado y tener claridad en lo que se espera de ellos, ¿cómo se van a comunicar y cómo se tomarán las decisiones? Los miembros del equipo y sus supervisores necesitan una estimación realista del tiempo para saber cuál será la participación necesaria y cuántas horas a la semana se espera que se dedican al trabajo del proyecto.

Este trabajo involucra una parte, que en algunas ocasiones es una tarea muy difícil, la voz del cliente (VOC⁴), debido a que los propios clientes a menudo no saben lo que quieren o tienen problemas para expresarlo. Así que es deber del equipo de trabajo escuchar la “voz del cliente” y traducir el lenguaje del cliente a los requisitos del proyecto.

Después de esto, creamos un diagrama de alto nivel del proceso en el que el equipo estará trabajando. Es necesario tener en claro la noción de “alto nivel”, ya

⁴ VOC: Voice of the customer

que en este punto no se quiere tener un gran mapa desconcertante, enredado, en el cual se detallen todo el flujo del proceso. Así que este primer diagrama muestra generalmente de cinco a diez principales pasos que describen el proceso actual.

2.1.1 Estado presente

Un principio básico de la filosofía de six sigma es que por lo general se necesita la remodelación de los procesos cuando las normas de funcionamiento no se cumplen. Una vez que entendemos el proceso, vamos a tener conocimiento de las causas de la ineficiencia y la frustración de manera que se pueden hacer mejoras.

Después, el proyecto será examinado detalladamente. En este punto, lo que se necesita es un alto nivel de comprensión del proceso. El equipo debe tener claro cuando se estableció el proceso para ser llevado a cabo, y cuáles son las salidas. También es importante tener claridad sobre los puntos de inicio y fin del proceso, la comprensión de quiénes son los proveedores y los clientes del proceso, y una descripción de los principales pasos que se llevan a cabo en él.

En esta sección, el proyecto “**Planteamiento de una actualización al proceso de instrucción de una asignatura de educación superior, basada en six-sigma, caso: probabilidad y estadística para ingenieros.**” está enmarcado dentro del contexto del CEPI. Para entender el presente estado, es necesario conocer los objetivos y metas del curso.

2.1.1.1 Objetivos del curso

2.1.1.1.1 Objetivos Cognitivos

- El estudiante de ingeniería de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones -E³T- al terminar el curso dispondrá de competencias para usar la estadística en planificación, supervisión y control de sus actividades de motivación, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y valoración, utilizando la herramienta “proceso educativo personal” para cada capítulo del CEPI [7].
- El estudiante de Ingeniería de la E³T al terminar el curso dispondrá de competencias para recopilar, ordenar, presentar, analizar datos asociados al mundo real [7].
- El estudiante de Ingeniería de la E³T al terminar el curso dispondrá de competencias para especificar, establecer y desarrollar prueba de hipótesis utilizando el pensamiento hipotético-deductivo de la estadística inferencial [7].

2.1.1.1.2 Objetivos Aptitudinales

- Al finalizar el Curso CEPI, el estudiante estará en capacidad de recopilar, ordenar, presentar, analizar datos estadísticos a través del pensamiento hipotético-deductivo y adquirir la importancia de la distribución del tiempo a través de la planificación, seguimiento y control por medio de los formatos utilizados para el desarrollo de las actividades propuestas por el docente de la materia asociado a cada modulo [7].

2.1.1.1.3 Objetivos Actitudinales

- Proporcionar al estudiante un contexto didáctico individualizado que se caracteriza fundamentalmente en la orientación a una situación activa de aprendizaje, apoyada en su propia experiencia cognitiva [7].
- Formar en el estudiante, las competencias fundamentadas en el uso de la estadística en ingeniería [7].

2.1.1.2 Metas del curso [7]

- Contextualizar al 90% de los estudiantes los conceptos más importantes referentes a la Estadística.
- Lograr que el 95% de los estudiantes comprendan analicen y valoren el objeto teórico del curso para su futura aplicación.
- Lograr que el 95% de los estudiantes supervisen, planifiquen y controlen sus actividades.
- Lograr que el 95% de los estudiantes apliquen sus conocimientos, resolviendo las tareas propuestas por el docente.

Según esto, se definió que el Curso de Estadística y Probabilidad para Ingenieros (CEPI), en función de estos objetivos y metas, encamina todos sus esfuerzos en la iniciativa de prestar un mejor servicio a todos los estudiantes de ingeniería de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E³T).

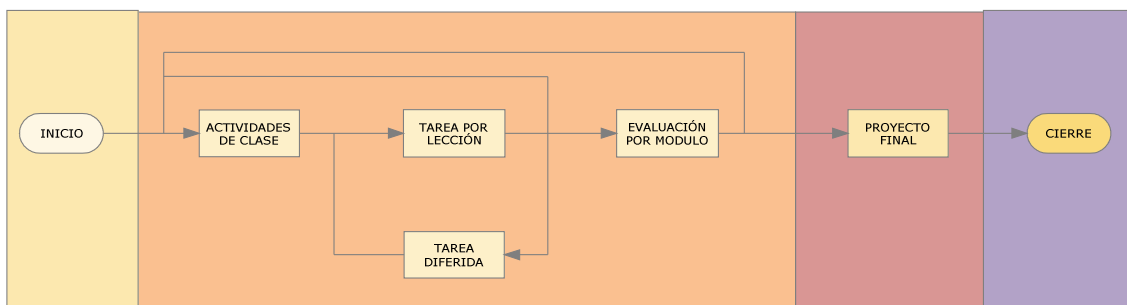
2.1.2 Instrucción

El proceso de instrucción es un proceso que implica la orientación del aprendizaje de un individuo, tomando en cuenta las características del que aprende, los resultados esperados del aprendizaje, así como las características y las fases de este proceso. Por esto es necesario tener un programa instruccional que se utilice como instrumento para direccionar las acciones de los componentes del proceso hacia el logro de los objetivos [8].

2.1.3 Modelo de instrucción

En la figura 1 se muestra el modelo general de instrucción actual del CEPI, que está compuesto por los procesos de inicio, planificación, ejecución y cierre [7].

Figura 11. Modelo de Instrucción general



Fuente: [7] Adaptado por el autor

2.1.3.1 Inicio

El proceso de inicio hace referencia a la iniciación del curso, donde se realiza un taller introductorio como tutorial e iniciación al proceso educativo personal (PEP), adicionalmente una charla introductoria sobre gestión de proyectos a modo

de capacitación adicional con miras a la realización de los proyectos del curso por grapas⁵.

2.1.3.2 Ejecución

El proceso de ejecución del CEPI corresponde a la realización y desarrollo de las clases de presentación y de aplicación y de las evaluaciones.

2.1.3.2.1 Clase de presentación

La clase de presentación está a cargo del docente, es de dos horas y consta de lo siguiente [7]:

- El conocimiento busca evaluar la lectura previa que el estudiante debe realizar para cada clase. Se requiere la plataforma e-education para la realización de esta actividad evaluativa en la clase.
- La conferencia guiada busca orientar al estudiante en los contenidos de la asignatura y realimentar la lectura previa del tema, así como el desarrollo de actividades durante el desarrollo de la clase utilizando los recursos de la plataforma e-education.
- El post-test busca evaluar el conocimiento adquirido en la clase. Se requiere la plataforma e-education para la realización de esta actividad evaluativa en la clase.
- La tarea busca profundizar y afianzar los conceptos expuestos en la conferencia.

⁵ Grupo de Trabajo Colaborativo - GRAPA

- La auditoría externa busca que los estudiantes sustenten lo realizado en cada trabajo con el fin de demostrar que adquirieron los conceptos evaluados en los mismos de manera satisfactoria.
- El proyecto de la asignatura busca que el estudiante inicie, justifique, modele, proponga soluciones, pruebe hipótesis y entregue abstracciones acerca de un problema asociado a su profesión y que debe ser resuelto con los conceptos dados en el CEPI.

2.1.3.2 Clase de aplicación

La clase de aplicación está a cargo del docente con el soporte del equipo docente, es de dos horas y consta de lo siguiente [7]:

- Un seguimiento y control de avance de la tarea.
- Seguimiento y control de los problemas asociados al desarrollo del proyecto del curso.

2.1.3.3 Evaluaciones

El proceso de evaluación corresponde a la evaluación de los módulos y a los proyectos de cada GRAPA donde se realimentan y aplican todos el contenido del curso [7].

2.1.3.4 Cierre

El cierre del proceso de instrucción hace referencia a la certificación de aprobación de los objetivos y/o requisitos previamente establecidos dentro del plan de gestión

del curso de acuerdo con la escala de calificación respectiva. Este resultado final se reporta en la E³T [7].

2.1.4 Clientes y calidad

Los orígenes de six sigma reflejan un enfoque en la calidad definidos por el cliente. Antes de realizar una iniciativa de mejora o de aplicar cambios en el proceso, es fundamental que se conozcan las expectativas de los clientes en cuanto a calidad y al nivel actual de satisfacción. Muy a menudo los líderes empresariales creen que saben lo que quieren los clientes, actúan en consecuencia y casi siempre los resultados previstos no se manifiestan.

En DMAIC siempre se deja que los clientes de un proceso digan qué tan satisfechos están con el proceso y sus resultados. Las herramientas para recolectar esta información son múltiples: datos de contacto, grupos focales, entrevistas y encuestas, como las más comunes. Se puede encontrar que ya existen datos que proporcionan una buena imagen de la satisfacción del cliente y de sus expectativas, pero a menudo es necesario tomar medidas proactivas para reunir datos adicionales [5] [6] [9].

Una vez obtenidos los datos, se compilan y se evalúan por medio de una variedad de técnicas. El objetivo es establecer lo crítico para medir la calidad (CTQ): un requisito del cliente que es verdaderamente fundamental, que puede ser medido, y que puede tener un pliego de condiciones establecido que se debe cumplir. El proceso Sigma posterior se calculará sobre la base de la medida en que el proceso actualmente cumple la especificación.

2.1.4.1 Voz del cliente (VOC)

La "voz del cliente" es un proceso utilizado para capturar las necesidades, requisitos y opiniones de los clientes (internos o externos) para proporcionarles la mejor clase de servicio y la mejor calidad del producto. Este proceso tiene que ser dinámico y en constante innovación para captar las necesidades cambiantes de los clientes con el tiempo.

La voz del cliente, se puede capturar de diferentes maneras: discusión directa o entrevistas, encuestas, especificaciones del cliente, observación, datos de garantía, informes de campo, registros de denuncia, etc.

Estos datos son utilizados para identificar los atributos de calidad necesarios para un componente o material suministrado para incorporarlo en el proceso o producto.

Para capturar la voz del cliente se utilizan una gran cantidad de técnicas como entrevistas, encuestas, especificaciones del cliente, etc. En la tabla 1 se observan alguna de las técnicas más utilizadas.

Tabla 1. Métodos para captar la Voz del Cliente

Tradicional	Nueva Generación
<ul style="list-style-type: none">▪ Encuestas▪ Grupos focales▪ Entrevistas▪ Investigaciones de mercado▪ Sistemas de reclamaciones formalizadas.▪ Programas de compradores	<ul style="list-style-type: none">▪ Entrevistas y encuestas específicas y de multinivel▪ Auditorias a clientes y proveedores▪ Almacenamiento de datos y explotación de datos▪ Despliegue de la función de calidad

Fuente: [9]. Adaptado por los autores

Los métodos de nueva generación van cogiendo mayor acogida debido a que tienden a incluir métodos más “indirectos” de evaluación de las necesidades y preferencias de los clientes de acuerdo a su comportamiento, frente a lo que ellos digan.

2.1.4.2 Identificar lo crítico para la calidad (CTQ)

CTQs son los parámetros internos críticos de calidad y se refieren a los deseos y necesidades del cliente. Los CTQs representan las características de los productos o servicios que son definidos por el cliente (interno o externo). Pueden incluir los límites superior e inferior de las especificaciones o cualquier otro factor relacionado con el producto o servicio. Un CTQ normalmente debe interpretarse de una declaración cualitativa del cliente a un pliego de acciones concretas y cuantitativas de negocio.

Un buen CTQ es una declaración detallada de una meta de calidad y debe:

- Ser medible
- Incluir una definición operacional
- Tener una norma específica de rendimiento (por ejemplo, límites de especificaciones, nivel sigma, etc.)

Una vez que se capture la voz del cliente, se debe traducir a CTQ. Este es un paso importante porque si no se puede medir qué tan bien se están haciendo las cosas, no seremos capaces de saber cuán satisfechos están los clientes con el producto o servicio. Cuando se toma la voz del cliente, él puede indicar que desea un buen servicio o una entrega oportuna. Sin embargo, la pregunta clave es ¿qué nivel específico de calidad es considerada buena y en qué momento se considera oportuno?, desde la perspectiva del cliente.

A continuación se presenta en la tabla 2 los requerimientos críticos para el cliente, los cuales se obtuvieron a partir de entrevista con el director del curso y con encuestas hechas a los estudiantes del segundo semestre académico de 2009 en el curso de probabilidad y estadística para ingenieros.

Tabla 2. Requerimientos Críticos para el Cliente

REQUERIMIENTOS CRÍTICOS PARA EL CLIENTE	
Tiempo de instrucción	Cumplimiento en el tiempo dedicado a cada modulo dentro del CEPI, así como de los tiempos de cada clase.
Ejercicios y ejemplos	El cliente manifiesta la necesidad de que se expliquen ejemplos orientados a la carrera de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y que se puedan desarrollar en mayor cantidad.
Equipo de apoyo	Mayor acompañamiento en las actividades realizadas y resolución de dudas en el menor tiempo posible.
Diapositivas y materiales de ayuda	Actualización de las diapositivas y corrección de los materiales de ayuda para no generar dudas respecto a un tema.
Actividades en clase	Mejoramiento de la calidad de las actividades para mejor entendimiento por parte del estudiante.
Plan de Gestión	Cumplimiento de los temas programados por el CEPI dentro de los tiempos estipulados.

Fuente: El autor

Después de obtener los requisitos críticos para el cliente se observa que la mayoría de insatisfacción del cliente está dado por el tiempo de instrucción, los materiales de apoyo del curso y el cumplimiento del plan de gestión. En la fase medir se abordara con más detalle estos requerimientos

2.1.5 Team charter

El team charter es una clara descripción de la misión del equipo, así como la autoridad y los recursos previstos para llevar a cabo esa misión. El *charter* incluye típicamente una declaración de la misión, objetivos o declaración de trabajo, procedencia, la autoridad o las condiciones de contorno (alcance, limitaciones, recursos y cronograma), miembros, los requisitos o especificaciones, y las responsabilidades de la interfaz.

(En el anexo A esta definido el "Team Charter")

2.2 FASE MEDIR

Este capítulo se enfoca en la medición, la cual se puede definir conceptualmente como la asignación de números a un fenómeno observado de acuerdo a ciertas reglas. La fase medir es el paso intermedio entre Definir y Analizar y tiene dos principales objetivos:

1. Reunir datos para validar y cuantificar los problemas u oportunidades. Por lo general, esta información es fundamental para perfeccionar y completar el proyecto.
2. Empezar a desentrañar los hechos y los números que ofrecen pistas sobre las posibles causas del problema.

La meta de la fase medir del proyecto es obtener la mayor cantidad de información posible sobre el actual proceso con el fin de entenderlo plenamente, cómo funciona y que tan bien que funciona. Esto implica tres tareas fundamentales: la creación de un mapa detallado del proceso, la recopilación de datos de referencia y de síntesis y el análisis de los datos. En algunos casos el mapa de procesos se crea primero para que la información obtenida de ella pueda guiar el proceso de recolección de datos. En otros casos, las necesidades de información de carácter general ya se conocen y las dos piezas se pueden trabajar de forma simultánea.

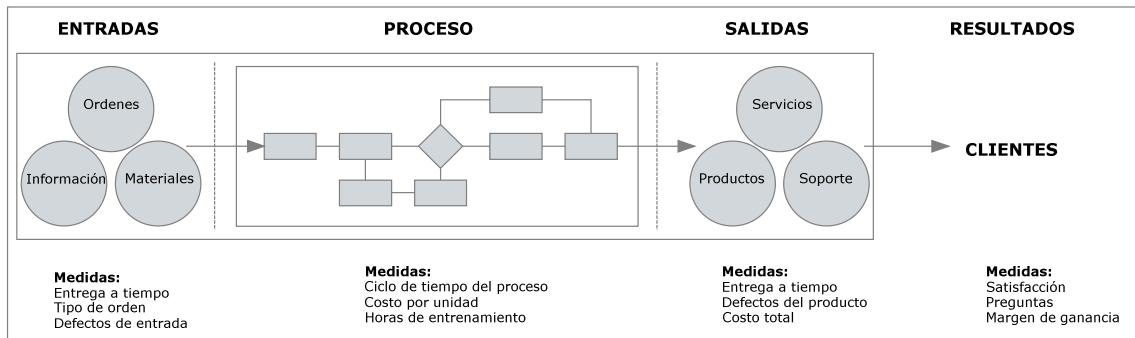
EL equipo six sigma toma una observación del proceso del negocio y usa esa observación para tener prioridades y para tomar buenas decisiones acerca de las medidas necesarias. Como se muestra en la Figura 2, un proceso tiene tres categorías principales de medidas:

1. *Salida o resultado*: el resultado final del proceso. Las medidas de la salida se centran los resultados inmediatos (entregas, defectos, quejas) y los Resultados en términos de impacto a largo plazo (satisfacción, ganancias, etc.)
2. *Procesos*: cosas que pueden tener un seguimiento y ser medidas. Estos elementos generalmente ayudan al equipo a empezar a identificar las causas del problema.
3. *Entrada*: elementos que entran en el proceso para ser convertidos en resultados. Por supuesto, las malas entradas pueden crear malos resultados, por lo que las medidas de entrada también ayudan a identificar las posibles causas de un problema.

La primera prioridad del equipo de trabajo es siempre tener las medidas de salida que mejor cuantifiquen los problemas actuales. A veces, si el problema resulta ser

menor o diferente de las expectativas, el proyecto podrá ser cancelado o renovado.

Figura 12. Tipos y ejemplos de medidas



Fuente: "What is six sigma", Pete Pande & Larry Holpp

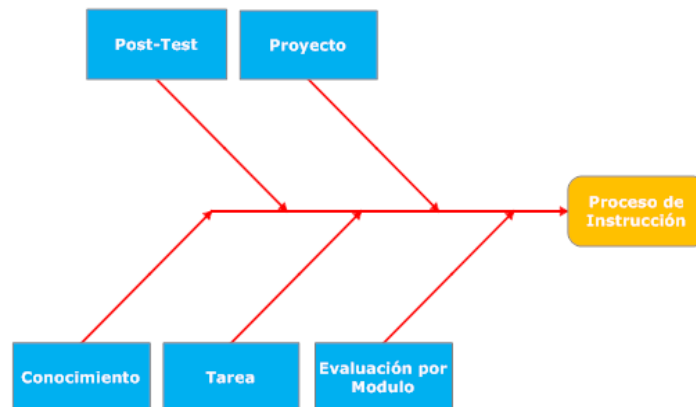
2.2.1 Mapa de procesos

Conociendo el tipo de proceso, un mapa de procesos six sigma puede ser creado mediante la aportación directa de los individuos que participan en el proceso, por un observador que vigila y registra información sobre el proceso, o una combinación de ambos. Es necesario recordar que los puntos de inicio y fin del proceso en estudio se han determinado como parte de la fase de definir, por tanto los mapas de procesos en la fase de medición deben tener los mismos delimitadores.

Para muchos procesos, el tiempo del ciclo de seguimiento proporciona valiosa información, especialmente cuando el problema que se aborda está relacionado con los retrasos y la duración del proceso. Es relativamente sencillo obtener datos básicos sobre el tiempo de proceso de los pasos clave, que puede ser útil en esta etapa. También es importante la captura de cualquier variación en la forma en que el proceso se lleva a cabo, por ejemplo, en diferentes momentos, por diferentes grupos, o en situaciones especiales. Es completamente necesario no asumir que el proceso siempre se realiza exactamente de la misma manera.

En la figura 3 se tiene un diagrama de causa y efecto en el cual se describe las variables significativas del proceso de instrucción desde el punto de vista del desempeño del curso CEPI 2009_2.

Figura 13. Diagrama de causa y efecto del proceso de instrucción



Fuente: [7]. Adaptado por los Autores

2.2.2 Colección de datos

Al igual que con otros aspectos de un proyecto DMAIC, puede ser tentador simplemente entrar y comenzar a recoger datos, bajo el supuesto de que la forma de hacerlo es evidente. Al igual que con los otros pasos en el proceso, la única manera de asegurar el éxito es hacerlo de forma sistemática, con una planificación cuidadosa. Por esta razón, un plan de recopilación de datos es generalmente el primer paso en el proceso de recopilación de datos.

El enfoque de la recopilación de datos debe estar centrado en la recopilación de datos que ayudan a describir el problema, así como el descubrimiento de los factores que proporcionan pistas sobre cómo, cuándo, dónde o en qué circunstancias se produce el problema o se ha empeorado. Durante la planificación, el equipo de trabajo debe no sólo determinar los datos a recolectar, sino también garantizar que el proceso de recogida es válido. En algunos casos

esto se puede lograr mediante el establecimiento de claras definiciones operacionales para el seguimiento de las medidas, en otros, una técnica más sofisticada es necesaria.

Teniendo en cuenta los requerimientos críticos del cliente se obtienen tres principales requisitos dentro del proceso de instrucción:

- Tiempo de instrucción
- Diapositivas y material de apoyo
- Actividades en clase

A continuación se darán los resultados de estos CTQ.

2.2.2.1 CTQ 1 – Tiempo de instrucción

En la tabla 3 se mostrara y determinara que se va a medir.

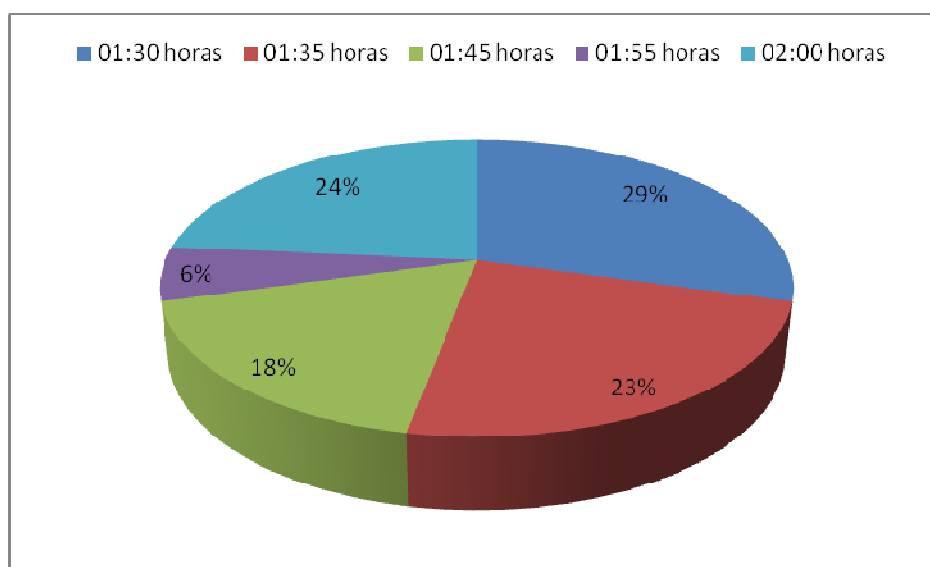
Tabla 3. Plan de colección de datos CTQ 1

CTQ	Cumplir con el tiempo establecido para cada modulo y sección.			
Medida	Tiempo (horas).			
Escenario	Esta medida es tomada a través del uso de las planillas del cronometrador de la clase.			
Comentario	El tiempo utilizado en cada sección es tomado cada día de clases, y no se toma cuando por cuestiones ajenas al CEPI no se cumpla con la programación establecida.			
Plan de colección de datos				
Método	Tiempo	Fuente de los Datos	Costo	Responsables
Control	15 semanas	Planilla de control Cronometrador V4	0\$	Fernando Ávila Víctor Uribe

Fuente: Autores

La función principal de las planillas de control del tiempo utilizadas por el cronometrador encargado es la de regular el tiempo establecido para cada sección dando respectivas pautas de acuerdo con el programa establecido. A continuación se mostraran los resultados en diferentes graficas.

Figura 14. Tiempo de instrucción por sección



Fuente: Planillas de control Cronometrador V4

Como se observa en la figura 4 los tiempos dados a la instrucción ha sido desigual y no se están cumpliendo a cabalidad de acuerdo al plan de gestión. Representan los porcentajes de la duración de las secciones.

2.2.2.2 CTQ 2 – diapositivas y material de ayuda

En la tabla 4 se mostrara y determinara que se va a medir.

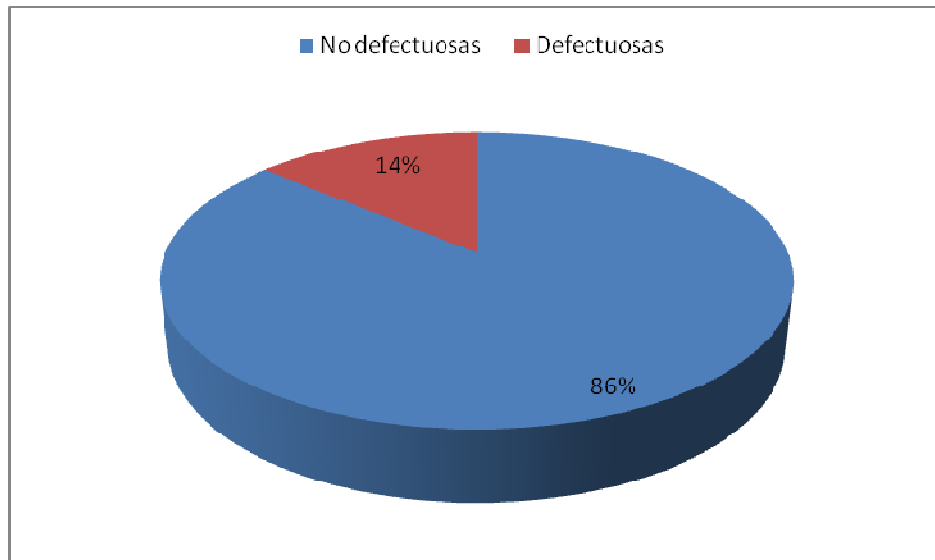
Tabla 4. Plan de colección de datos CTQ 2

CTQ	Actualizar y corregir las diapositivas y materiales de ayuda.			
Medida	Número de errores			
Escenario	La plataforma Web utilizada por el CEPI.			
Comentario	Se recomienda la corrección de los materiales de ayuda del curso debido a que en muchas partes no es correcta la información que se proporciona y afecta el entendimiento de cada tema visto.			
Plan de colección de datos				
Método	Tiempo	Fuente de los Datos	Costo	Responsables
Control	2 semanas	Bibliografía	0\$	Fernando Ávila Víctor Uribe

Fuente: Autores

Se realizó una comparación de cada una de las diapositivas y materiales de ayuda que se encuentran como apoyo del curso con la bibliografía y se encontraron errores dentro de ellas, como lo son formulas erróneas y conceptos errados. A continuación se muestra un grafica de resultados.

Figura 15. Diapositivas defectuosas Vs Diapositivas no defectuosas



Fuente: Planillas de control Relatoría V4

2.2.2.3 CTQ 3 – plan de gestión

En la tabla 5 se mostrara y determinara que se va a medir.

Tabla 5. Plan de colección de datos CTQ 3

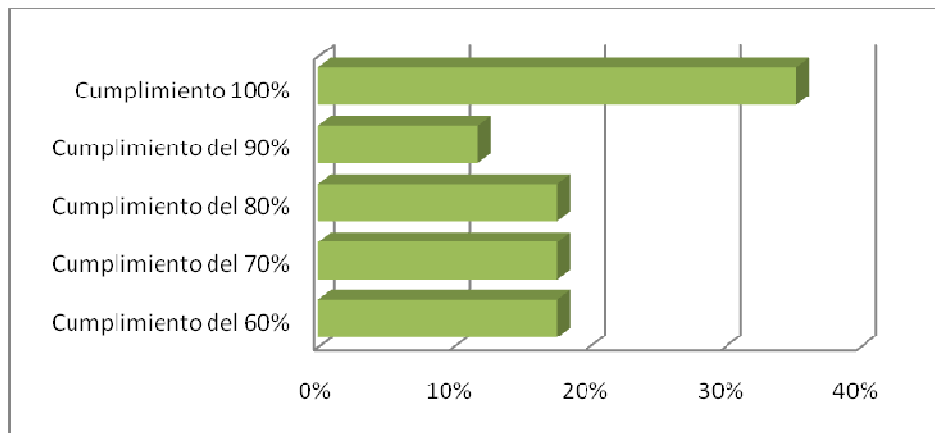
CTQ	Cumplir con los temas y tiempos estipulados en el CEPI dentro del plan de gestión.			
Medida	Tiempo (horas) y Número de Temas.			
Escenario	Esta medida será tomada por el relator de cada sección por medios de las plantillas utilizadas.			
Comentario	Aunque se desea que se cumpla con la agenda programada dentro del plan de gestión, es necesario tener en cuenta que no se tomaran medidas cuando por motivos ajenos al CEPI no se cumpla con los tiempos y fechas establecidas			
Plan de colección de datos				
Método	Tiempo	Fuente de los Datos	Costo	Responsables
Control	15 semanas	Planilla de control Relatoría V4	0\$	Fernando Ávila Víctor Uribe

Fuente: Autores

La función principal del relator de cada sección es la de documentar, de acuerdo su interpretación, el contenido de una lección. Además de verificar los cumplimientos de los objetivos y las metas propuestos para cada sección. A continuación se muestran las graficas obtenidas a través de la recolección de datos obtenidos de todas las relatorías hechas durante el segundo semestre académico de 2009.

- Diagrama de barras: representa los porcentajes de cumplimiento de los objetivos y metas que se cumplen de acuerdo al plan de gestión.

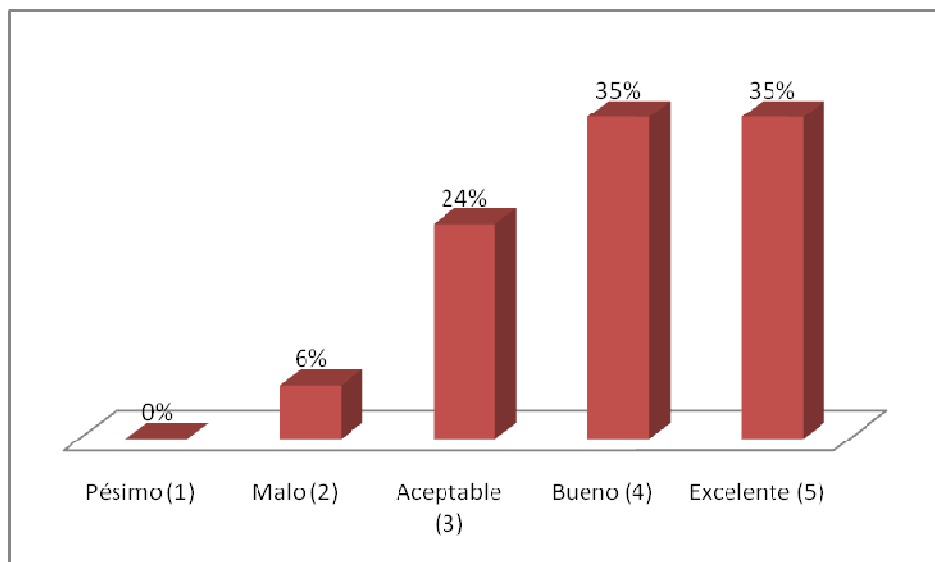
Figura 16. Cumplimiento de los objetivos y metas Vs el plan de gestión



Fuente: Planillas de control Relatoría V4.

- Diagrama de columnas: representa el porcentaje de desempeño de los tiempos, interpretación y redacción del relator de acuerdo con el diagrama de flujos mostrado en la planilla del cronometrador (Ver anexo D).

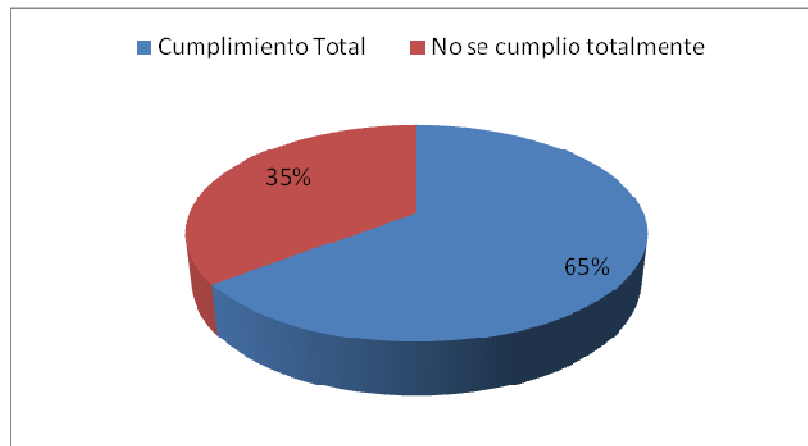
Figura 17. Desempeño de los tiempos, redacción e interpretación del relator según diagrama de flujos



Fuente: Planillas de control Relatorías V4.

- Diagrama de torta: representa el porcentaje de cumplimiento de agenda temática por sección.

Figura 18. Cumplimiento de la agenda temática por sección



Fuente: Planilla de control Cronometrador V4.

Las medidas y especificaciones del CTQ se utilizarán para calcular el puntaje Sigma para el proceso de referencia, por lo que la recopilación de datos sobre las medidas específicas es un objetivo primordial en este punto en el proyecto DMAIC.

2.2.3 Calcular el nivel sigma del proceso

La metodología six sigma recibe su nombre del hecho de que, en un proceso de Sigma (una medida de la variación del proceso) de 6.0, sólo se producen 3,4 defectos por millón de oportunidades (3,4 DPMO). Otra forma de verlo es que el 99,9997% de la producción cumple con las especificaciones del cliente. La mayoría de los proyectos DMAIC no se esfuerzan en alcanzar este nivel de calidad, debido al gran costo y a las compensaciones involucradas, especialmente

fuera del ámbito de proceso. Sin embargo six sigma es un estándar que permite la comparación de rendimiento de los diferentes procesos. Ofrece un medio de medir el rendimiento de referencia y, en última instancia, la mejora que se logra a través del proyecto.

El porcentaje de salida del proceso que cumpla con las especificaciones del cliente se calcula (directamente o, en algunos casos, indirectamente), sobre la base de la teoría de lo normal y se utiliza para buscar el nivel sigma del proceso en una tabla de nivel sigma, como se observa en la tabla 6.

Para poder obtener el nivel sigma es necesario tener claro los siguientes conceptos:

- Unidad: es el producto final, o el resultado del servicio prestado.
- Defecto: un defecto six sigma está definido como cualquier resultado fuera de las especificaciones del cliente.
- Oportunidad: es la cantidad total de oportunidades que tiene unidad para ser defectuosa.
- Defectos por Unidad (DPU): es la relación entre el número total de los defectos observados en las unidades muestra por el número total de unidades procesadas.
- Defectos por millón de oportunidades (DPMO): es una medida que normaliza el porcentaje de rechazo basado en las oportunidades en lugar de unidades. Esta medida está dada de la siguiente manera:

$$DPMO = \frac{\text{Número total de defectos} \times 1,000,000}{\text{Número de Unidades} \times \text{Número de Oportunidades}}$$

$$DPMO = \frac{DPU \times 1,000,000}{\text{Número de Oportunidades}}$$

Tabla 6. Nivel de six sigma a partir de los DPMO

Rendimiento (%)	NIVEL EN SIGMA	DPMO
6,68	0,00	933200
8,455	0,13	915450
10,56	0,25	894400
13,03	0,38	869700
15,87	0,50	841300
19,08	0,63	809200
22,66	0,75	773400
26,595	0,88	734050
30,85	1,00	691500
35,435	1,13	645650
40,13	1,25	598700
45,025	1,38	549750
50	1,50	500000
54,975	1,63	450250
59,87	1,75	401300
64,565	1,88	354350
69,15	2,00	308500
73,405	2,13	265950
77,34	2,25	226600
80,92	2,38	190800
84,13	2,50	158700
86,97	2,63	130300
89,44	2,75	105600
91,545	2,88	84550
93,32	3,00	66800
94,79	3,13	52100
95,99	3,25	40100
96,96	3,38	30400
97,73	3,50	22700
98,32	3,63	16800
98,78	3,75	12200
99,12	3,88	8800
99,38	4,00	6200
99,565	4,13	4350
99,7	4,25	3000
99,795	4,38	2050
99,87	4,50	1300
99,91	4,63	900
99,94	4,75	600
99,96	4,88	400
99,977	5,00	230
99,982	5,13	180
99,987	5,25	130
99,992	5,38	80
99,997	5,50	30
99,99767	5,63	23,35
99,99833	5,75	16,7
99,999	5,88	10,05
99,99966	6,00	3,4

Fuente: Autores

Es necesario evitar el mal uso de la fórmula. Aumentar el número de oportunidades para mejorar el DPMO es inaceptable, en cambio, el objetivo debe ser reducir el número de oportunidades mediante la reducción de las fases del proceso. La calidad es mejorada por la reducción de defectos resultando en una mejora real, no sólo una mejora de la aritmética.

2.2.3.1 Nivel sigma para CTQ 1

Para poder calcular el nivel sigma para el primer criterio se necesita tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Unidad: Es una sección. Empieza con la iniciación de la primera clase de la semana y termina con la finalización de la segunda clase de la semana.
- Unidad defectuosa: Es una sección cuyo tiempo de instrucción es diferente al tiempo medio estipulado para cada sección.
- Oportunidad: es la cantidad total de secciones que se dan durante todo el semestre donde el tiempo de instrucción puede ser diferente al estipulado en el plan de gestión.

Número de Unidades (NU) = 15

Número de Unidades Defectuosas (NUD) = 9.375

Número de Oportunidades (NO) = 15

$$DPU = \frac{NUD}{NU} = \frac{9.375}{15} = 0.625$$

$$DPMO = \frac{DPU \times 1,000,000}{NO} = \frac{0.625 \times 1,000,000}{15} = 41666,667$$

Al comparar los DPMO con los valores de la tabla 6 nos da un nivel sigma de 3,13.

2.2.3.2 Nivel sigma para CTQ 2

Conceptos:

- Unidad: Es cada una de las diapositivas de cada modulo.
- Unidad defectuosa: Es una diapositiva cuyos datos son incorrectos o no están actualizadas de acuerdo a la información requerida para cada modulo.
- Oportunidad: Es cada una de las diapositivas que no tiene nada de información referente a cada modulo.

Número de Unidades (NU) = 589

Número de Unidades Defectuosas (NUD) = 127

Número de Oportunidades = 215

$$DPU = \frac{NUD}{NU} = \frac{127}{589} = 0.2156$$

$$DPMO = \frac{DPU \times 1,000,000}{NO} = \frac{0.2156 \times 1,000,000}{215} = 1002.88$$

Al comparar los DPMO con los valores de la tabla 6 nos da un nivel sigma de 4.5.

2.2.3.3 Nivel sigma para CTQ 3

Conceptos:

- Unidad: Una sección. Comienza con la iniciación de la clase a la hora estipulada y termina al final de esta clase en el mismo día.
- Unidad defectuosa: Una sección donde los temas vistos no están siendo vistos en los tiempos establecidos en el plan de gestión.
- Oportunidad: Cada una de las secciones donde no se aplique el plan de gestión.

Número de Unidades (NU): 15

Número de Unidades Defectuosas (NUD): 5

Número de Oportunidades (NO): 15

$$DPU = \frac{NUD}{NU} = \frac{5}{15} = 0.333$$

$$DPMO = \frac{DPU \times 1,000,000}{NO} = \frac{0.333 \times 1,000,000}{15} = 22222,222$$

El anterior valor de DPMO para CTQ 3 cuando se compara con la tabla nos arroja un valor de 3,50 sigma.

2.3 FASE ANALIZAR

En la fase Analizar de DMAIC se determinan por medio de variables significativas las posibles causas de los problemas dentro del proceso, estas variables del proceso deben ser confirmadas por medio de diseño de experimentos y/o estudios multivariable para medir la contribución de esos factores en la variación del

proceso y luego se confirmaran las causas reales con los datos. Esto ocurre después de haber completado la fase de medición, el cual se ha establecido ya una clara definición del problema en la cual se especifica cuál es el problema y en qué circunstancias se produce. Ya se han reunido y analizado los datos para establecer la línea base de rendimiento del proceso, en relación a las medidas de lo crítico para la calidad (CTQ). El objetivo principal de esta fase tiene como finalidad llegar al conjunto de causas raizales en donde se concentra el nivel de calidad, las posibles fallas de control instructivo, el nivel de variación; esto conlleva a mucho de los defectos del cliente (cabe recordad que el cliente para este caso de estudio es el estudiante); tenemos entonces, que toda esta etapa debe fijarse en los procesos de instrucción que se llevan a cabo en el CEPI, los cuales tiene a tres elementos como componentes que se muestra en la Figura 2. Tipos y ejemplos de medida.

Para esto surge la necesidad de desarrollar un planteamiento instructivo de mejora del CEPI que permita a los estudiantes dar un significado a las cosas, comprender y hacer juicios, desarrollar la capacidad de analizar e indagar cómo funcionan: observación, sentido común, interés por el mundo físico y social, inventar, cooperar son algunas de las capacidades implicadas en ese planteamiento, ya no basta con que el individuo acumule un conjunto de conocimientos suficiente y adecuado, pensando que le será útil durante toda su vida y le permitirá resolver las diversas situaciones que encontrará en su actividad social y profesional; también necesita, en estos momentos y hacia futuro, estar en condiciones de aprovechar y utilizar las diversas oportunidades que se le presentan para actualizar, profundizar y enriquecer ese primer conjunto de saberes y poder adaptarse así a un mundo en constante cambio; lo anterior se resume en los objetivos aptitudinales y objetivos actitudinales descritos en el plan de gestión de CEPI.

El anterior argumento presenta la necesidad de una reconceptualización del concepto del proceso de enseñanza – aprendizaje y por tanto de la instrucción misma. Tradicionalmente se ha planteado el proceso educativo como la relación que se establece entre el enseñar y el aprender, como si se tratase de una relación de causa-efecto el profesor enseña (trasmite) contenidos que deben ser aprendidos (memorizados) por el estudiante. La visión mecánica y reduccionista del proceso anteriormente planteada se ha desvirtuado en la actualidad, por factores del como un nuevo contexto y, particularmente por los resultados, poco satisfactorios, que los estudiantes logran alcanzar. En las últimas décadas han surgido diversas propuestas que bajo denominaciones como aprender a aprender ó aprender a pensar, exponen las nuevas intenciones del sistema de enseñanza – aprendizaje, esto implica la necesidad de enseñar a pensar y enseñar a aprender, lo cual requiere el ajuste de las actividades realizadas por el docente para adaptarse a esta mejora del modelo de instrucción.

El concepto de aprender a aprender se introdujo en el lenguaje pedagógico en la década de los setenta durante el surgimiento de los sistemas abiertos de enseñanza y tiene su origen en tres situaciones distintas: Las teorías cognoscitivas, que enfatizaban en la construcción gradual del conocimiento y de sus estructuras; en la conciencia que los cambios científico – tecnológicos y sociales, obligaron a un aprendizaje continuo y finalmente en la necesidad de que la educación debía ser conducida de manera autónoma por el estudiante propiamente⁶. “aprender a aprender”, está relacionado con el concepto de potencial de aprendizaje y que consiste en desarrollar las capacidades del estudiante a través del mejoramiento de técnicas, destrezas, estrategias y habilidades con las cuales busca acceder al conocimiento⁷. El potenciar el aprendizaje y hacerlo realidad, debe realizarse a través de aprender a pensar, desarrollando capacidades y valores, es decir, desarrollando la cognición y la

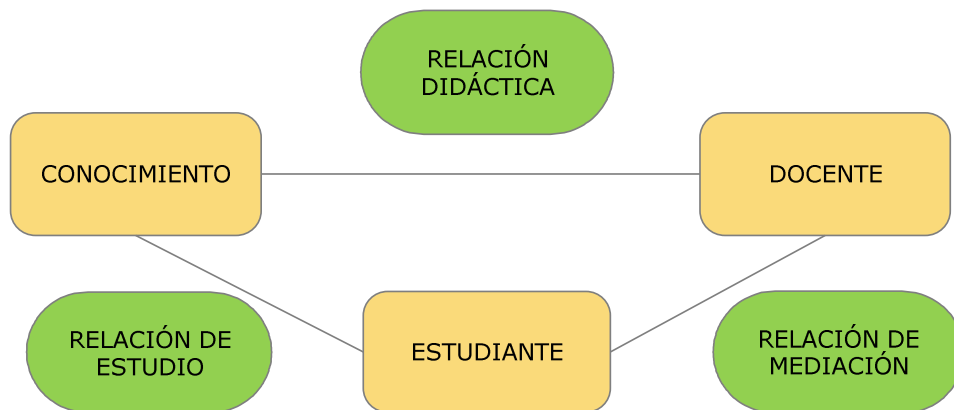
⁶ Informe Faure, “Aprender a Ser”, UNESCO, 1972

⁷ Tomado del documento Enfoques Educativos centrados en el Aprendizaje. Fundamentos Psicopedagógicos.

afectividad, potenciando el uso de estrategias cognitivas y meta-cognitivas que permitan que el estudiante logre aprendizajes significativos⁸.

El modelo del proceso de instrucción del propuesto por el CEPI busca crear y afianzar las relaciones necesarias para que el estudiante “aprenda a aprender” y “aprenda a pensar” a través de las relaciones básicas que constituyen la enseñanza. A continuación, en la figura 9, se presenta el diseño el modelo de instrucción para asignaturas de educación superior.

Figura 19. Relaciones que constituyen la enseñanza



Fuente: [10], Adaptado por los autores.

Después de haber completado la fase de Medición, se ha establecido ya una clara definición del problema en la cual se especifica: cuál es el problema y en qué circunstancias se produce. Ya se han reunido y analizado los datos para establecer la línea base de rendimiento del proceso, en relación a las medidas de lo crítico para la calidad (CTQ). Debido a que en esta fase se determina y registra todas las fuentes de variación. La importancia de capturar las causas en el cuadro

⁸ Tomado del documento “El proceso educativo desde los enfoques centrados en el aprendizaje”, Ofelia Ángeles Gutierrez, 2003.

de despliegamiento de satisfacción del cliente, radica en no ignorar fuentes potenciales de variación el cual podrían tener efectos significativos en el proceso de instrucción, y para no hacer suposiciones acerca de las verdaderas causas del problema.

Tabla 7. Cuadro de despliegamiento de Satisfacción del Cliente

Cliente CTQs	Valor	Confiabilidad	Responsabilidad	Confianza
CTQ 1	Tiempo de Instrucción.	Cumplimiento de la Agenda.	Cronometrador.	Garantía del cumplimiento de la agenda.
CTQ 2	Diapositivas y Material de Apoyo.	Disponibilidad, Fácil acceso y entendimiento del material de Apoyo.	Relator.	Revisión y constante proceso de mejora de la instrucción.
CTQ 3	Plan de Gestión.	Asegurar y mejorar su procesos de instrucción en CEPI	Equipo Docencia.	Buena impresión del cliente.

Fuente: Autores

2.3.1 Identificar las causas potenciales

En muchos casos, las pistas de los factores que afectan al rendimiento ya están disponibles basados en el trabajo que se hizo en las fases definir y medir. Tal vez se demuestre que el problema está aislado a un grupo o el análisis del mapa de procesos pudo haber revelado algunas fuentes bastante evidentes de la ineficiencia y la demora en el proceso. Sin embargo, esto no es suficiente para confirmar lo que está causando el problema por dos razones. Una de ellas es que, como en todas las fases de DMAIC, las sospechas e hipótesis deben ser confirmadas por los datos. El equipo de trabajo no solo debe confirmar que estos factores están presentes, sino que también debe confirmar que los cambios en estos factores de impactan sustancialmente en el resultado. La otra razón, es que el objetivo de analizar es determinar las causas profundas.

Varias técnicas son empleadas por los equipos de proyectos six sigma para identificar las posibles causas de raíz. Uno de ellas es el intercambio de ideas, que es utilizada por los miembros del equipo e, idealmente, las personas involucradas en la realización del proceso en estudio, para crear una larga lista de factores que razonablemente podrían afectar el rendimiento. En esta lista se incluyen, por supuesto, cualquier factor que se reveló a partir del ejercicio de mapeo de procesos y el análisis de datos llevado a cabo durante la fase de medición.

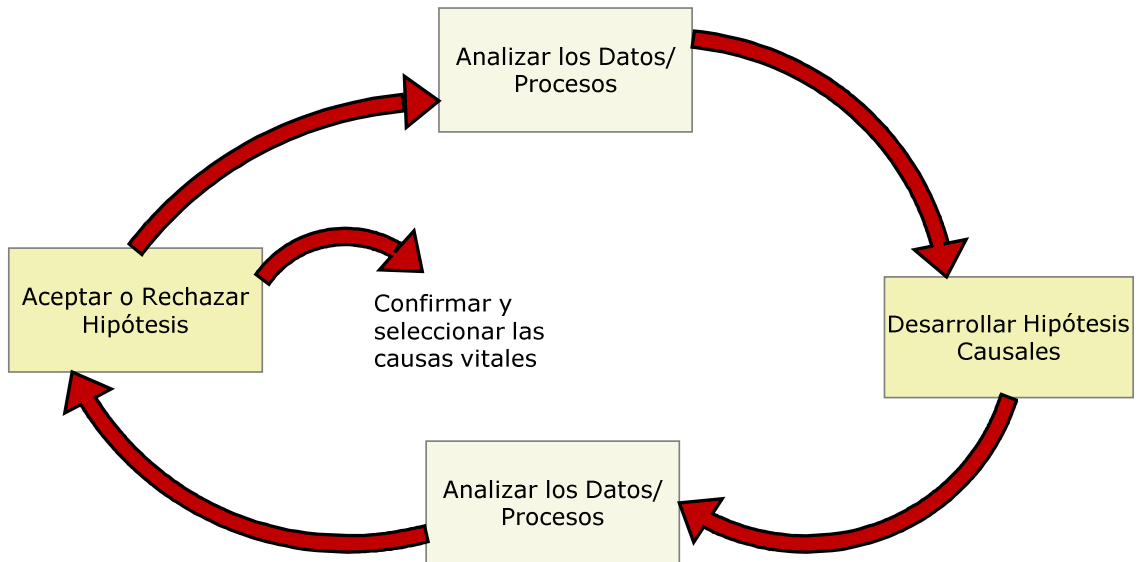
2.3.2 Determinar las causas de variación

Realizadas las medidas, y observar la variación de los procesos, dirigimos los esfuerzos a encontrar las causas de dicha variación y plantear el mejoramiento apropiado al proceso de instrucción. Las variaciones se pueden representar de dos formas, las comunes (son aquellas más fácil de identificar por lo que son fácil de eliminarlas) y las especiales (son difíciles de identificar, y por lo general se busca es minimizar sus defectos en el proceso). En el desarrollo del proyecto, six sigma enfatiza la eliminación de las suposiciones generadas por los miembros del equipo acerca del proceso, ya que la mayor parte de estas suposiciones no son parte de la verdadera causa raíz, y hacer una suposición realidad, sin fundamentos, basados únicamente en la experiencia de algún miembro del equipo rompería el objetivo de six sigma⁹.

Aunque el argumento anterior no se basa en ignorar la experiencia de algunos, ni la intuición de otros, pero no aplicar los datos obtenidos sería desviarse de la finalidad del proceso y se corre el gran riesgo de tomar decisiones erróneamente, con la probabilidad de desconocer las verdaderas causas raíces. La elaboración y comprobación de las posibles mejoras planteadas acerca del problema se da en un ciclo que se muestra a continuación:

⁹ Hacer suposiciones es un paso que se debe hacer más adelante, pero hacer suposiciones sin fundamentos es un error. Algunas veces las suposiciones pueden resultar ciertas, pero no por esto se deben asumirlas ciertas desde el comienzo.

Figura 20. Ciclo de análisis del problema



Fuente: Autores

2.3.3 Recolección de ideas para la mejora de procesos

En esta parte de la fase, este método es una herramienta que se utiliza para generar la mayor cantidad de posibles soluciones al planteamiento de mejora del proceso de instrucción de CEPI; para seguir con las condiciones de esta fase, al realizar esta recolección se debe establecer cierto conjunto de reglas las cuales son:

- Todos los miembros del equipo deben conocer lo que se quiere lograr.
- Pensar en cantidad y no en calidad.
- No es un debate, foro o discusión en el que se intenta demostrar la superioridad sobre otras personas, es decir, no criticar las ideas de otros.
- Construir sobre las ideas de otras personas.

2.3.4 Establecer mejoras con mayor impacto y control en los requerimientos de los clientes

Una tarea de gran valor para el proyecto es determinar con que se obtendrá el mayor impacto en los clientes; por lo general, las opciones elegidas a resolver son aquellas que tienen un tiempo corto y alto control, sin establecer que tanto impacto generarán. Six sigma enfatiza que todas las decisiones deben ser basadas en hechos, por ello es una herramienta importante en la toma de decisiones.

La principal pregunta que la fase Analizar pretende responder es "¿Por qué ocurre este problema?". Otra pregunta sería "¿Cuál es la causa del problema?". No es posible hacer mejoras en el proceso hasta que las causas de los problemas son identificados. Luego de identificar y calcular el nivel de impacto de las causas (alto, medio, bajo) para cada una de las identificadas se representan el diagrama de causa y efecto como: controlables, no controlables o ruido; un bosquejo de este análisis se da en una matriz de impacto/control en la tabla 8.

Tabla 8. Matriz de Impacto/Control

CONTROL \ IMPACTO	ALTO	MEDIO	BAJO
CONTROLABLE	Contenido Diapositivas	Control del Tiempo	Capacitación Equipo Docencia
NO CONTROLABLE	Disponibilidad Herramientas Externas (CENTIC)	Eventos de orden Publico	Cumplimiento del modelo de Instrucción de clase por parte del estudiante
RUIDO		Acceso a la Plataforma Education	Asistencia a clase del Equipo Docencia en su totalidad

Fuente: Autores

Todas las causas controlables cuyas posiciones óptimas son actualmente conocidas deben ser controladas mediante procedimientos detallados, usando mecanismos de control, aun siendo una causa de impacto bajo debe ser

controlada para reducir la variación dentro del proceso de instrucción; esto se profundiza en la fase de control.

2.3.5 Localizar los riesgos asociados al proceso

Previamente a la presentación de la propuesta para el mejoramiento en el proceso de instrucción de six sigma, se debe reconocer que esta propuesta no sería completa si no se determinan los riesgos asociados a la mejora. Para realizar el análisis de riesgos, existen diferentes métodos que se pueden utilizar, para este proyecto se utilizó una hoja de balance de datos conocida como: análisis de modos de fallo y efecto (AMFE)¹⁰.

Los objetivos que plantea este método son:

- Identificar formas en las cuales un proceso no satisface los requerimientos del cliente.
- Determinar las fallas potenciales que tienen más efecto en el cliente.
- Evaluar los controles que se diseñaron para prevenir la falla.
- Documentar el plan de acción correctivo y sus resultados.

El resultado que provee este método se denomina número de prioridad del riesgo (NPR)¹¹. El mayor valor encontrado de NPR es el valor de impacto más serio en la falla; los ítems con valores altos de NPR normalmente tienen planes de acción para disminuir los riesgos. Ver anexo B.

¹⁰ Traducción de FMEA: Failure, Modes and Effect Analysis

¹¹ RPN: Risk Priority Number

2.3.6 Causas raíces de mayor impacto

Para esta fase de análisis las evidencias acerca de las causas raíces de mayor impacto definidas y mediadas en las dos fases anteriores se interpretan en los siguientes puntos en donde se evalúan algunos conceptos claros e interviene algunos formatos de prueba piloto para CEPI_II_2009:

2.3.6.1 Relatoria_V4:

Aunque en esta fase se encuentra un concepto más de interpretación en este proyecto se realizó la modificación del formato de la relatoria con el fin de identificar aquellas fallas que el estudiante no capta en la clase, es decir, un comparativo entre los objetivos y metas de la clase en comparación a lo sucedido en tiempo real. El desarrollo de una excelente relatoria implica de forma explícita cumplir con los objetivos de la clase y de forma implícita identificar y documentar el trabajo que se realiza, además identificar los productos entregables, descomponer la estructura de desglose del trabajo en actividades de la agenda; para proporcionar una base con el fin de estimar, establecer la agenda, ejecutar, y supervisar y controlar el trabajo del CEPI.

El proceso para establecer la secuencia de las actividades implica identificar y documentar las relaciones lógicas entre las actividades del cronograma de tal forma que el curso tenga un cronograma realista y factible. La estimación de recursos de las actividades del curso involucra determinar cuáles son los recursos, personas, equipos ó material y qué cantidad de cada recurso se utilizará; cuándo estará disponible cada recurso para realizar las actividades del CEPI. El proceso de estimación de la duración de las actividades requiere que se estime la cantidad de esfuerzo de trabajo necesario para completar el cronograma, que se estime la cantidad prevista de recursos a ser aplicados y que se determine la cantidad de

períodos laborables necesarios para completar la actividad del cronograma. Ver ANEXO C.

2.3.6.2 Cronometrador_V4

La gestión del tiempo del CEPI incluye todos los procesos necesarios para concluir la clase en el tiempo programado según la agenda; las actividades desarrolladas por este proceso incluyen: La definición, el establecimiento de la secuencia, la estimación de los recursos y la duración de las actividades, así como el desarrollo y control del cronograma.

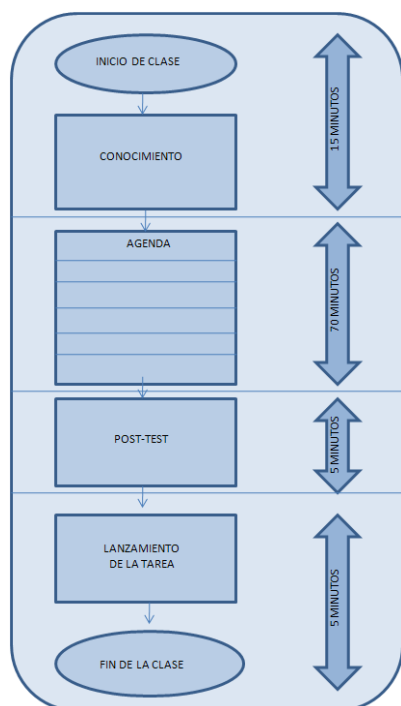
El desarrollo de la agenda en el control del tiempo es un proceso iterativo que determina el tiempo de inicio y finalización para las actividades estipuladas, implicando que se revisen y corrijan las estimaciones de duración y las estimaciones de los recursos para determinar la línea básica del tiempo; con respecto a la cual se puede medir el avance de la agenda del CEPI. El control de la agenda de la clase implica, determinar el estado actual de la agenda, analizar los factores que crean cambios en él, determinar si se ha cambiado la agenda de la clase y gestionar sus cambios de forma progresiva según ocurran; es por esto que este proceso está estrechamente vinculado con el control de cambios del CEPI. El control del tiempo es importante en una actividad de clase ya que ella registra y administra el cumplimiento de los objetivos y metas de la clase junto con sus actividades; para esta se realizó una prueba piloto con el formato de Cronometrador_V4. Ver ANEXO D

2.3.6.3 Modelo de Instrucción

En el CEPI el modelo de instrucción del proceso de enseñanza aprendizaje está compuesto por los procesos de inicio de clase, conocimiento, agenda, post-test, lanzamiento de la tarea y cierre. En el inicio de clase se verifica la asistencia,

resolución de dudas; en conocimiento se recolectaba la información en forma física acerca del tema de esa lección según el plan de gestión CEPI_II_2009; la agenda corresponde a la organización del cronograma de actividades, distribución de los contenidos del curso cabe anotar que la agenda del proceso de instrucción, es limitada en su alcance, dado que solo cubre los procesos de enseñanza - aprendizaje y excluye la gestión del curso; el post-test corresponde a una evaluación corta de la clase, aunque la evaluación es continua y se desarrolla durante todo la clase; el cierre corresponde al proceso de certificación del curso y establece dos niveles, el aprobado y reprobado. A continuación se presenta la descripción de estos procesos:

Figura 21. Grafico del modelo de instrucción por sección CEPI_II_2009



Fuente: [7]. Adaptado por los Autores

Se observa que la pregunta el cual la fase Analizar pretende responder es "¿Por qué ocurre este problema?". Otra pregunta sería "¿Cuál es la causa del problema?". No es posible hacer mejoras en el proceso hasta que las causas de los problemas son identificados.

2.4 FASE MEJORAR

En esta fase se genera, se selecciona e instrumenta soluciones eficaces de manera activa el cual elimina o minimiza la variación de la causa raíz; es básico apoyarse en herramientas de análisis y solución de problemas estadísticos y administrativo. La realización se hace a través de la confirmación de las variables claves y la cuantificación de los efectos de esas variables en los resultados críticos para la calidad CTQs, además en esta fase se busca implementar las soluciones, las cuales se fundamentan en la caracterización de estrategias de mejoramiento, verificando y gestionándose con cuidado. Para esta fase surgió la implementación piloto a pequeña escala en CEPI_II_2009, explicado y sustentado en la Fase de Análisis en donde se hizo una comparación cuidadosa acerca de problemas potenciales para determinar que puede ir mal, prevenir o mejorar las dificultades.

2.4.1 Solución propuesta

2.4.1.1 Estrategias de mejoramiento

Al examinar las causas de acuerdo a los objetivos del proyecto, y conociendo de antemano que se basa en elementos con parámetros instructivos; para ello nuestra estrategia incluye:

- Soluciones prácticas

- Proceso instructivo estandarizado (realización de mapas de proceso, plan de gestión CEPI_I_2010)
- Formatos de seguimiento de control (Relatoria_V5, Cronometrador_V5, Formato Ficha de Registro, Lista_por_grapas_CEPI_I_2010_V2)

2.4.1.2 Implementación de la solución

Cabe recalcar que el objeto importante en este sistema de mejoramiento de procesos es la satisfacción del cliente, para ello se resalta entre la declaraciones soluciones, las modificaciones pertinentes al plan de gestión, los formato de relatoría, cronometrador, lista de grapas, modificaciones de las herramientas del curso, entre ellas sugerencias de la pedagogía de CEPI_I_2010, además de la supervisión acerca de la implementación del instructivo (no sabemos si deben nombrar los otros proyectos de grado).

2.4.2 Validación del rendimiento

En CEPI_II_2009 se realizaron ensayos pilotos obteniendo resultados de gran importancia acerca de los planteamientos de mejora sugeridas por este equipo (proyecto de grado), junto con el equipo docencia de CEPI se establecen los planteamientos de mejora con modificaciones en algunos para la satisfacción del cliente en lo que se refiere al nivel instructivo de la materia.

2.4.3 Comunicación de la solución exitosa

Se detalla los planes de comunicación para mantener el éxito en un corto y largo periodo de tiempo (hasta que todos los elementos de la fase de control sean tratados formalmente); esta comunicación es directa con el equipo docencia CEPI y los proyectos de grado six-sigma autoría y six-sigma evaluación.

En nuestro planteamiento de mejora en la instrucción de CEPI_I_2010 sugerimos la implementación de formatos y modificaciones al modelo existente como parte de medidas de control y de satisfacción del cliente las cuales son:

2.4.3.1 Relatoria_V5

Como parte de un seguimiento de control, la relatoría se define como un escrito utilizado en actividades académicas para expresar el dominio de un tema correspondiente a un documento de estudio, de un autor o de una obra. En la elaboración de una relatoría es el momento propio de escritura, resultante de la lectura de un texto, porque se requiere determinar todo lo que se considera citable, debido a la forma cómo me impactaron las ideas. En cuanto al seguimiento de control, la relatoría nos ayuda a plasmar por escrito, mediante el formato Relatoria_V5 la forma cómo se dirige hacia el alumno (En este caso el cliente). Se tuvo en cuenta para la elaboración de la modificación e implementación de este formato las necesidades planteadas por los estudiantes mediante adquisición de datos (encuestas, comentarios) y de los momentos de la Relatoria_V4. Cuando se trata de participar en una clase de CEPI_II_2010, la Relatoría es un trabajo que desarrolla y explica el tema central de una lección. No es el resumen de los propios puntos de vista del relator, de sus opiniones o de sus creencias, es un escrito documentado, fruto de sus investigaciones y consultas que contribuya realmente al avance del conocimiento. Ver ANEXO E.

Las funciones del relator en este caso se refieren a [11]:

- Esclarecer el pensamiento de una lección. O sea la interpretación del contenido de una lección.

- Esclarecer el pensamiento del docente. Su metodología su estilo, su pensamiento.
- Fundamentar su posición con base en criterios claros de argumentación.
- Verificar los cumplimientos de los objetivos y las metas dados para cada lección.

2.4.3.2 Cronometrador_V5

Otro rol con menos relevancia pero no por ello menos importancia es la que está asociada a la función del cronometrador el cual se proporciona un formato Cronometrador_V5 destinado a modo de aplicación de una parte del plan de gestión CEPI_I_2010 (agenda), esta versión fue el resultado obtenido con la prueba piloto CEPI_II_2009 con Cronometrador_V4. En todos los casos, quienes actúen como Cronometrador deberán estar en posesión de su licencia en vigor de la lección en curso. En ningún caso un cronometrador puede llevar a cabo simultáneamente su función y la de relator.

El control del tiempo es la función administrativa por medio de la cual se evalúa el rendimiento, es decir es el proceso de regular actividades que aseguren que se están cumpliendo como fueron planificadas y corrigiendo cualquier desviación significativa; además permite garantizar que las actividades reales se ajusten a las actividades proyectadas. Por lo tanto el control del tiempo consiste en verificar si todo se realiza conforme al programa adoptado, a las órdenes impartidas y a los principios administrativos, con la finalidad de señalar las faltas y los errores a fin de que se pueda repararlos y evitar su repetición.

Función del control del tiempo:

1. El control es un elemento del proceso educativo que incluye todas las actividades que se emprenden para garantizar que las acciones reales coincidan con las acciones planificadas.
2. Evaluar los resultados y saber si estos son adecuados a los planes y objetivos que se desea conseguir. Sólo a través de esta función se pueden registrar los datos pertinentes, precisar los errores, y corregir las fallas, para que la organización de la clase se encuentre encaminada de manera correcta.
3. El control debe llevarse en cualquier actividad de la clase, garantizando de esta forma que en la misma se cumplan los objetivos.
 - Llevar a cabo el registro de los datos concernientes a los estudiantes del grupo y controlar los procesos disciplinarios y académicos que se realizan en el salón de clase y otras áreas de la institución.
 - Mantener una organización adecuada de los aspectos a evaluar en un estudiante y que permitan el acceso oportuno y objetivo de respuestas sobre su proceso dentro de CEPI.

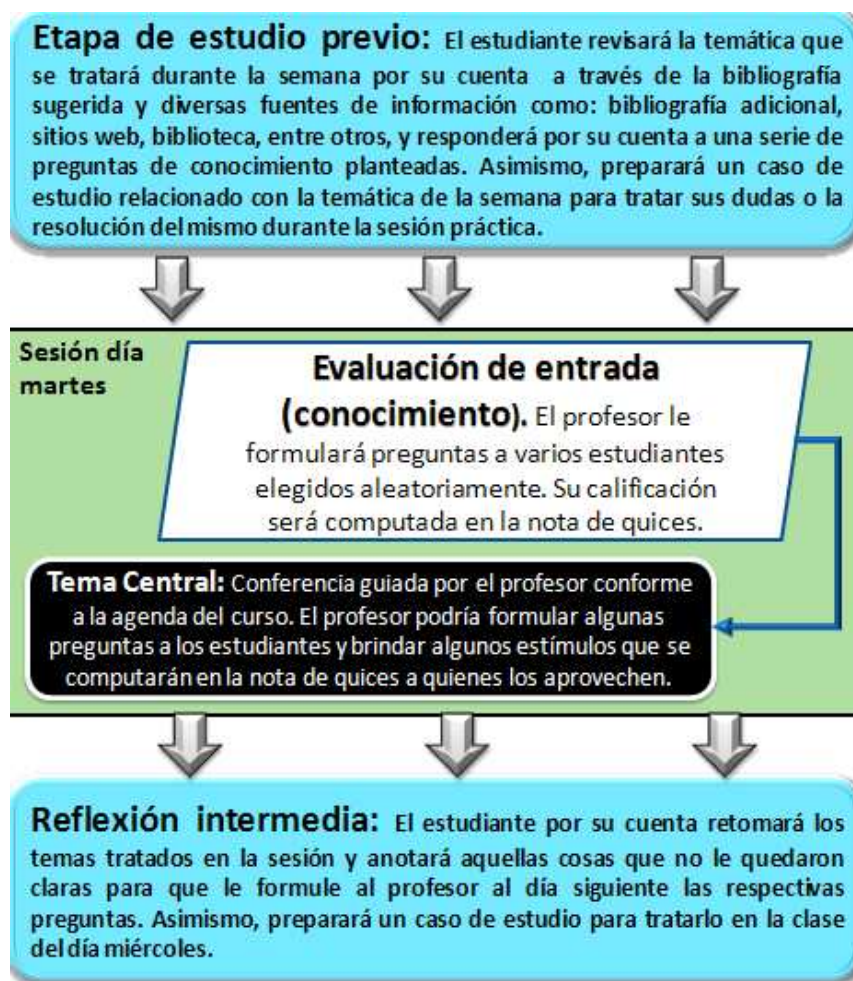
Nota: La cualificación y titulación de cronometradores están sujetas a los requisitos y condiciones establecidos por el equipo de apoyo de docencia. Además llevar un control del tiempo adecuado permite información detallada del curso, justificación de evaluaciones y calificaciones que se den reflejados en el formato Cronometrador_V5. Ver ANEXO F.

2.4.3.3 Nuevo modelo de instrucción

Dentro de nuestro planteamiento de solución se sugirió una actualización del modelo de instrucción, como rasgos diferenciadores con el anterior modelo

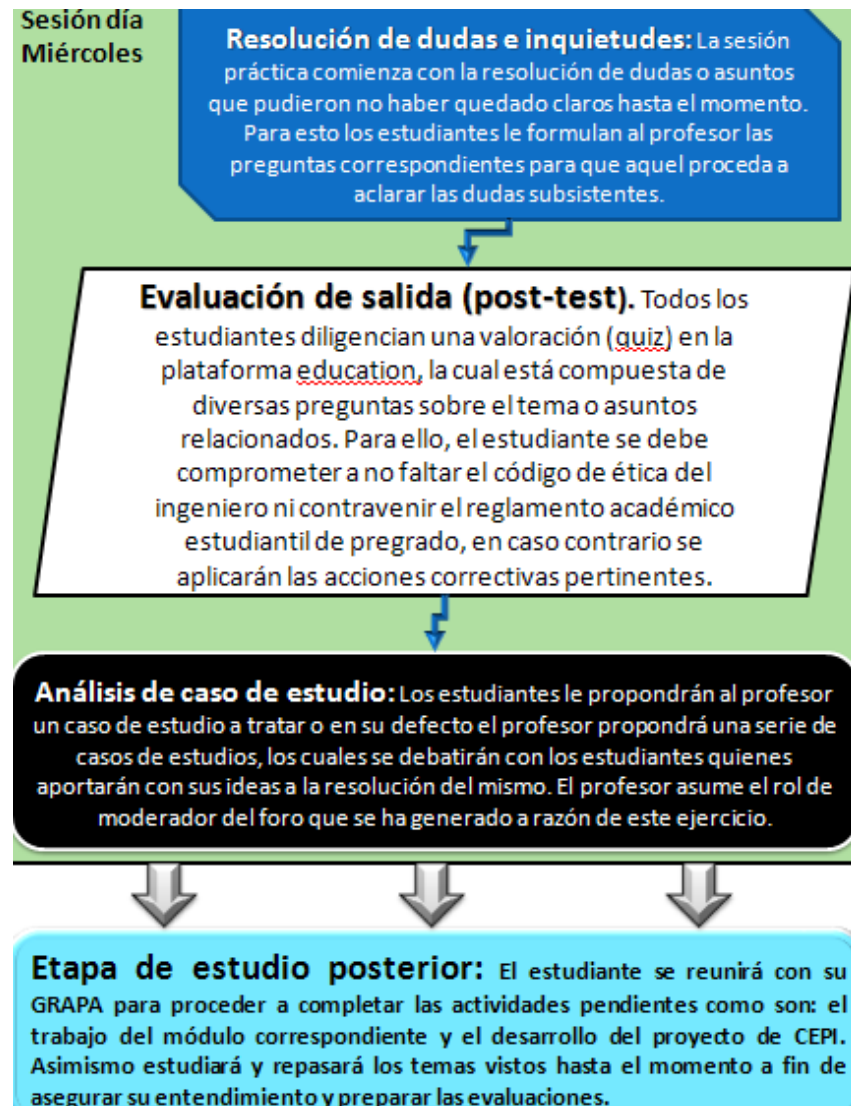
tenemos: Existe un modelo para cada sesión; en la primera sesión se debe traer el concepto del estudio previo, en el conocimiento se realiza de 3 a 5 preguntas de forma aleatoria, el tema central es el momento en donde el docente realiza la explicación del tema, la reflexión intermedia es el momento después de clase en el que el alumno repasa los conceptos y genera inquietudes acerca del tema.

Figura 22. Grafico del modelo de instrucción CEPI_I_2010 Primera sesión



Fuente: [12]. Adaptado por los Autores.

Figura 23. Grafico del modelo de instrucción CEPI_I_2010 Segunda sesión



Fuente: [12]. Adaptado por los Autores.

Para la segunda sesión se da con la continuidad de la primera sesión debido a que se inicia con la resolución de dudas, el post-test es la valoración cognitiva de la lección, en el análisis de caso de estudio los estudiantes le proponen al docente un caso de estudio a tratar o en su defecto el profesor propondrá una serie de casos de estudios, los cuales se debatirán con los estudiantes quienes aportarán

con sus ideas a la resolución del mismo, en la etapa de estudio posterior el estudiante se reunirá con su GRAPA para proceder a completar las actividades pendientes como son el trabajo del módulo correspondiente y el desarrollo del proyecto de CEPI; asimismo, estudiará y repasará los temas vistos hasta el momento a fin de asegurar su entendimiento y preparar las evaluaciones .

2.4.3.4 Formato Ficha de Registro:

Dentro de nuestro planteamiento de mejora se recomendó utilizar un formato de ficha de registro con el fin de obtener información del estudiante: Nombre, código estudiantil, programa académico, promedio ponderado, correo electrónico, accesibilidad a internet desde la casa, materias matriculadas y expectativas del curso; uno de los ítems que adquiere valor para nuestro proceso de mejora es el de promedio ponderado acumulado ya que dentro de nuestro planteamiento de mejora se encuentra el de la selección de grapas (El CEPI se ha desarrollado como una proyección del trabajo de campo de la ingeniería para la formulación y ejecución de actividades en forma colaborativa, es decir por equipos denominados GRAPAS que significa grupo de aprendizaje asociativo y colaborativo) basados en el criterio de promedio ponderado de la siguiente manera: se propone que se asigne el rol de calidad al estudiante con mejor promedio de cada grapa, ya que este por su instinto de estudiante sobresaliente velará por el mejoramiento continuo de las actividades propuestas por CEPI y los otros cuatro roles (director, planificador, administrador, desarrollador) se escojan dentro de cada grapa con unos criterios de selección dados a los representantes de calidad mediante una reunión previa (dada por el equipo docencia). Ver ANEXO G

En dicha reunión se recomendará el perfil de cada rol para que, basado en ello, los mismos integrantes de las grapas se encarguen de la asignación de los otros roles en el proyecto CEPI; el rol que debe desempeñar asignado a cada función se explica a continuación:

- *Dirección:* su función es motivar, coordinar, liderar y colaborar en la resolución de problemas tomando decisiones objetivas. Realiza revisiones periódicas del estado de las actas.
- *Planificador:* coordina la asignación de tiempos y responsables para el desarrollo de las actividades asignadas a la GRAPA, genera el cronograma de trabajo, supervisa y determina el avance de las actas, analiza los riesgos y problemas potenciales en el desarrollo de las actas.
- *Desarrollador:* genera estrategias para el cumplimiento y avance de las actas, planifica el desarrollo de las actas, cumple con las tareas y los productos de los cuales es responsable.
- *Administrador:* determina, administra y gestiona los recursos de las actas, realiza la documentación de las actas.
- Supervisor de *Calidad:* Evalúa el cumplimiento de las actas, realiza las verificaciones y pruebas de los productos de las actas.

2.4.3.5 Lista_por_grapas_CEPI_I_2010_V2:

Es un control de gran utilidad para los auxiliares, debido a que en ella se ve reflejada durante todo el semestre la participación en clase, la nota de conocimiento (quices), la función y nota del relator y cronometrador, además de la conformación y nombre de cada grapa y su respectivo supervisor de calidad. Ver ANEXO H.

En donde se obtiene el formato las siguientes características:

Quices: Es la nota que se origina en la sección del martes al iniciar la clase por el docente.

R: Es la nota que se obtiene dependiendo de la calidad de la Relatoría

C: Corresponde a la nota dada por la calidad de la interpretación del formato del Cronometrador

Participación en clase: Se obtiene en función de la fluidez de la clase

2.4.3.6 Modificaciones plan de gestión

El plan de gestión es el modelo en el cual el equipo docente basa su autoría, instrucción y evaluación en el CEPI, es decir, El plan de gestión del proyecto define cómo se ejecuta, se supervisa y controla, y se cierra el proyecto. El proceso desarrollo del plan de gestión del CEPI incluye las acciones necesarias para definir, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto. Este proceso da como resultado un plan de gestión del proyecto que se actualiza y revisa a través del proceso control de cambios.

Es por ello que durante la elaboración de este documento expusimos las evidencias y el planteamiento de la mejora en el proceso de instrucción del CEPI, en el ANEXO I se encuentran las modificaciones más influyentes como cumplimiento de la solución de las causas raíces del modelo ya existente.

El proceso Dirección y Gestión del curso requiere que el docente y el equipo de soporte realicen las acciones para ejecutar el plan de gestión del CEPI, para cumplir con el trabajo definido en el enunciado del alcance de la asignatura.

El proceso Supervisión y Control se realiza para supervisar los procesos del CEPI relacionados con el inicio, la planificación, la ejecución y el cierre.

En él se adoptan las acciones correctivas o preventivas necesarias para controlar el desarrollo del curso. La supervisión incluye la recolección, medición y difusión de información sobre las acciones progresivas, y la evaluación de las mediciones y tendencias para llevar a efecto las mejoras en los procesos.

El proceso Control de Cambios se realiza desde el inicio hasta la conclusión del CEPI. El control de cambios es necesario porque el curso raramente se desarrolla exactamente acorde con lo planificado en el plan de gestión. El plan de gestión, el enunciado del alcance deben mantenerse actualizados mediante la gestión cuidadosa y continua de los cambios, ya sean los rechazados o aprobados, de tal manera que los cambios aceptados se incorporen a la línea básica de la gestión.

Para finalizar, el proceso Cierre del Curso supone realizar la parte de cierre del CEPI y de su plan de gestión respectivo; habiéndose, por tanto, cumplido con el alcance definido.

2.5 FASE CONTROLAR

El objetivo principal de la fase de control es garantizar que los logros obtenidos durante la fase Mejorar se mantienen mucho tiempo después de que el proyecto ha terminado. Para ello, es necesario estandarizar y documentar procedimientos, asegurarse de que todos los implicados estén capacitados y comuniquen los resultados del proyecto. Además, se creará un plan de vigilancia permanente del proceso para que se pueda reaccionar ante cualquier problema que surja.

La idea de implementar un proceso de control, es generar una cultura organizacional de verificación y monitoreo en tiempo real donde se puedan detectar la raíz de los problemas y las causas de los defectos dentro del proceso de instrucción.

La tarea de la fase de control requiere que sea liderada por un grupo de personas, los cuales tendrán la función de realizar el proceso de control por cada sección y será supervisada por los asistentes del CEPI como se explico en la fase de mejora. Para esto se escogen dos estudiantes pertenecientes al curso de

“Probabilidad y Estadística para Ingenieros” por cada sección y cuyas funciones serán la de “relator” y “cronometrador” de la respectiva sección. Semanalmente se escogen los respectivos relatores y cronometradores y será responsabilidad de los asistentes del curso la selección de ellos.

Además se creara un plan de control, que será explicado a continuación.

2.5.1 Plan de control

Tal vez el aspecto más crítico de la fase de control es establecer un plan para vigilar los procesos y actuar cuando los resultados no están dentro especificación de requisitos, de modo que se mantengan los resultados previstos dentro del proyecto. El plan de seguimiento aclara de qué manera el desempeño del proceso será objeto de control, y también notificara si hay un problema, a forma en que va a pasar y qué respuesta se requiere.

La primera parte del plan de control especifica las métricas que realizarán un seguimiento para resumir el rendimiento del proceso, así como especificar cómo y con qué frecuencia se realizará un seguimiento. Dentro del plan de control también debe asegurarse de aclarar quién es el responsable de hacerlo, por lo general le corresponde al líder del proceso. Normalmente las métricas utilizadas durante las fases de Medir y Mejorar y los Requisitos Críticos para la Calidad (CTQ) son apropiadas.

El plan de Control también indica lo que constituye un rendimiento satisfactorio y lo que debe considerarse una bandera roja que indica los posibles problemas. El equipo de trabajo dentro del CEPI se debe reunir para obtener una lista de ideas de los posibles problemas y las respuestas apropiadas para cada uno. De nuevo, se debe especificar no sólo lo que hay que hacer, sino también quién es el responsable de hacer que ocurra.

Por último, ya que un nuevo cambio en el entorno del proceso es inevitable, el equipo de trabajo debe desarrollar un proceso de actualización de los nuevos procedimientos cuando sea necesario. El proceso de actualización incluirá la actualización del mapa de procesos y guías del usuario, comunicar los cambios a todos los involucrados, y modificar el plan de seguimiento si es necesario para reflejar los cambios. Los cambios comunes que el equipo debe planear incluyen cambios en los roles de los miembros del equipo de trabajo, los cambios en las especificaciones del cliente y los reemplazos de las tecnologías existentes.

El Plan de control esta especificado y detallado en el ANEXO J.

Al final de la fase de control, el equipo del trabajo logra estandarizar y documentar el proceso de nuevo, creado capacitación y materiales de referencia y establecer un plan de seguimiento de proceso continuo. Las mejoras están plenamente establecidas y un existe un plan para la actualización del proceso en respuesta a cambios en el medio de desarrollo del CEPI.

Como este proceso debe ser continuo y no es posible para los integrantes de este trabajo tener resultados de la fase de control, ya que requeriría de mayor tiempo para poder obtener datos con los cuales se pueda comprobar si los procesos dentro del CEPI se cumplen de acuerdo con las especificaciones.

Además se definirán los parámetros para la evaluación de la capacidad y estabilidad de la posible actualización del proceso de instrucción propuesta en este trabajo en el siguiente capítulo.

3 PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE CAPACIDAD Y ESTABILIDAD

A continuación se definirán los parámetros necesarios para poder evaluar la capacidad y estabilidad del planteamiento de la actualización propuesta en este trabajo de grado, para poder analizar y estimar si los requisitos anteriormente planteados se cumplen o no.

El primer paso para tener control sobre un proceso es definir su estado y observar sus resultados. Los productos o servicios que resultan de un proceso tienen características que pueden ser medibles y pueden producir índices de costo, calidad, cantidad y esfuerzo, los cuales se tendrán en cuenta para validar si el desempeño del proceso se encuentra dentro de los valores deseados.

3.1 DESEMPEÑO

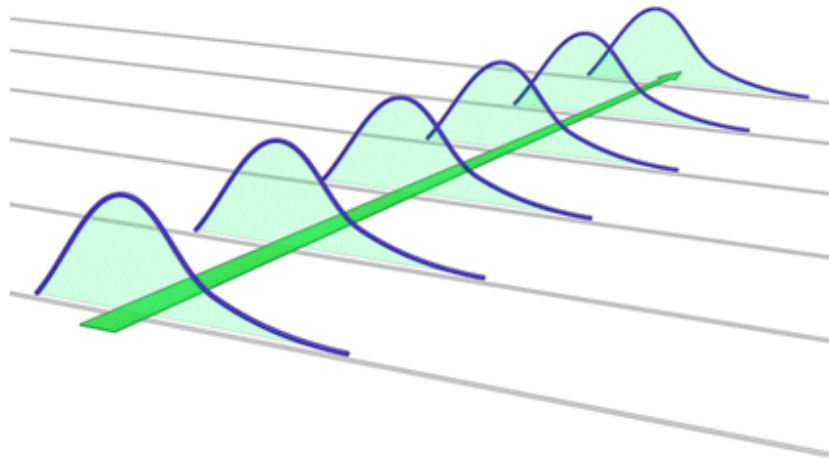
En la metodología six sigma, el desempeño del proceso de instrucción del CEPI es un valor estimado de la capacidad del proceso en su fase inicial, antes de que sea sometido a un control estadístico. El desempeño básicamente intenta comprobar si la muestra que ha tomado del proceso es capaz de cumplir con los requisitos CTQs del cliente. Se diferencia de la capacidad del proceso porque sólo se aplica a una parte específica dentro del proceso de instrucción.

3.2 ESTABILIDAD

La estabilidad se refiere a la coherencia del proceso con respecto a las características importantes del proceso, como el valor medio de un elemento clave o la variación en ese elemento clave. Si el proceso se comporta de forma coherente en el tiempo, entonces decimos que el proceso es estable o está en

control. La figura 14 ilustra un proceso estable. La distribución promedio del proceso sigue siendo constante en el tiempo.

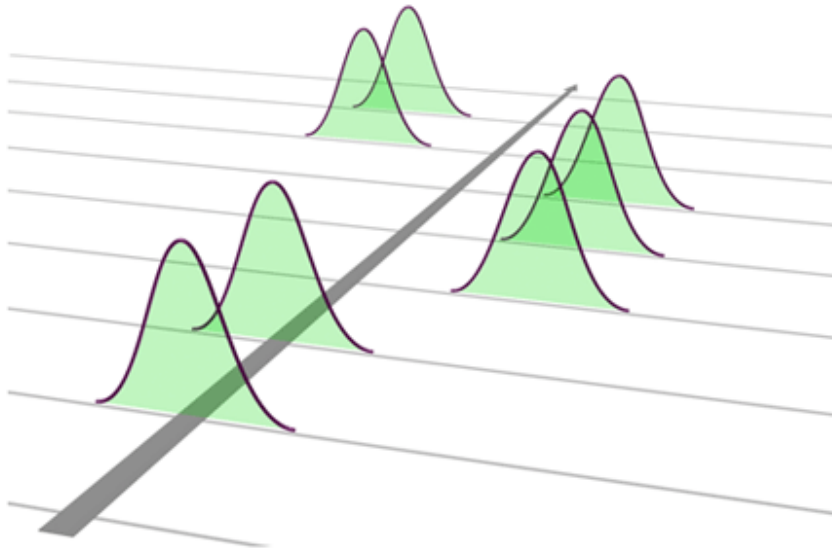
Figura 24. Proceso estable.



Fuente: [13]

En la figura 15 se establece un proceso no estable. La distribución promedio del proceso está cambiando con el tiempo.

Figura 25. Proceso no estable.

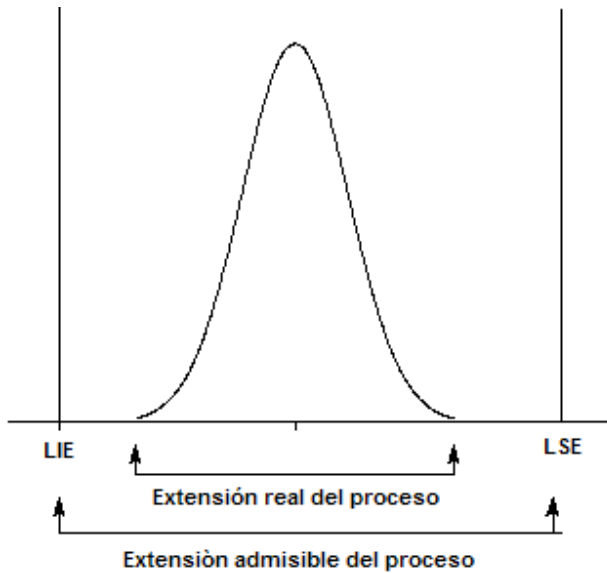


Fuente: [13]

3.3 CAPACIDAD

Un estudio de capacidad de proceso evalúa la variación de un proceso y determina si es capaz de alcanzar los objetivos y las metas especificadas por el cliente. En la capacidad se compara la salida de un proceso controlado con los límites de especificación mediante el uso de índices de capacidad. La comparación se hace mediante de la diferencia entre las especificaciones del proceso (el ancho de las especificaciones) y el ancho del proceso (en función de la desviación estándar). Además se definen una tolerancia para los valores del proceso con un límite superior de especificaciones (LSE) y un límite inferior de especificaciones (LIE). Un proceso capaz es aquel en el que casi todas las mediciones están dentro de los límites de especificación. Esto se puede representar gráficamente en la figura 16.

Figura 26. Capacidad del proceso



Fuente: [14], Adaptado por los autores.

3.3.1 Índices de capacidad

Un índice de capacidad de proceso utiliza tanto la variabilidad del proceso y las especificaciones del proceso para determinar si el proceso es "capaz". Se requiere comparar el resultado del proceso con las especificaciones y observar si la calidad del proceso cumple con las especificaciones. Para ello se compara la variabilidad natural del proceso estable con los límites de especificaciones del proceso.

El índice de capacidad se define de la siguiente manera:

$$C = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

A continuación se definirá el modelo necesario para evaluar la capacidad y estabilidad del proceso de instrucción del CEPI.

3.4 MODELO DE EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DEL PROCESO DE INSTRUCCIÓN DEL CEPI.

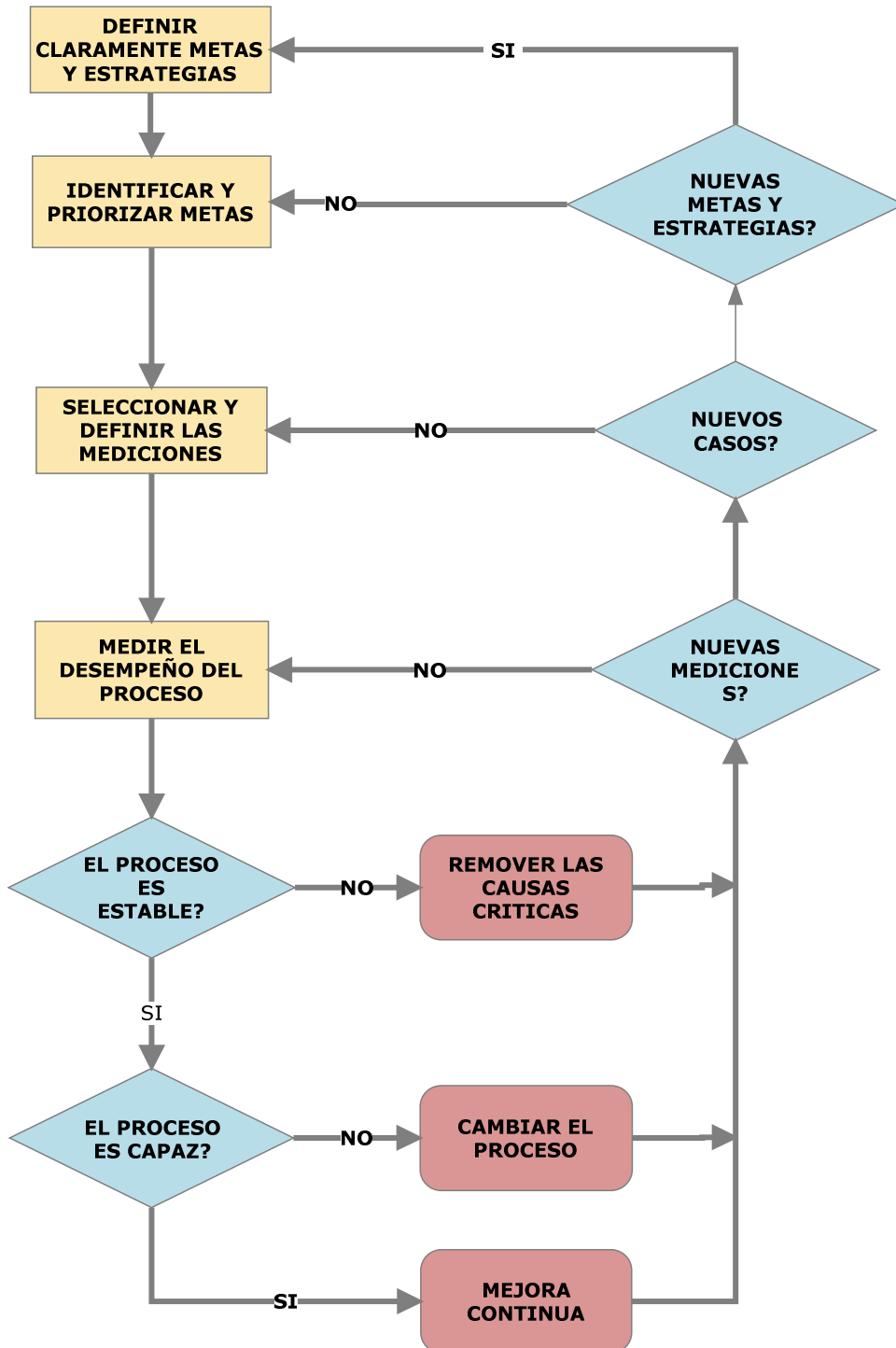
Cuando se quieren evaluar la estabilidad y capacidad del proceso de instrucción se deben realizar los siguientes pasos:

- **Definir claramente metas y estrategias:** éstas se deben definir de acuerdo a lo establecido en el plan de gestión del curso. Estas metas y estrategias deben ser cualitativas y por tanto, deben asociar un conjunto de indicadores acerca de las principales variables.
- **Identificar y priorizar las metas:** es necesario a la hora de enfrentar un problema, tener clara la situación que se maneje para no caer en ambigüedades y situaciones problemáticas. La forma de actuar correctamente es recolectar la información necesaria mediante técnicas como las mencionadas en la fase medir.
- **Definir y seleccionar las mediciones:** seleccionar y definir las medidas son dos actividades diferentes, pero estrechamente relacionadas. Como veremos, una cosa es seleccionar una medida como el número de la notificación de defectos que podríamos usar para caracterizar un proceso el proceso. Otra muy distinta es crear una definición operacional de una medida una vez que haya sido seleccionada.
- **Medir el desempeño del proceso:** para medir el desempeño (estabilidad y capacidad) del proceso de instrucción, primero si el proceso no es estable, la acción correcta consiste en identificar las causas críticas de la

inestabilidad y tomar medidas para prevenir que las causas se repitan. Segundo, Si el proceso de instrucción es estable, pero no es capaz (que no cumple las necesidades del cliente), la acción correcta consiste en identificar, diseñar e implementar los cambios que hará que el proceso sea capaz. Hay que tener en cuenta que el cambio del proceso de instrucción se transforma en un nuevo proceso, y el nuevo proceso debe estar bajo control y se debe establecer antes si su capacidad se puede evaluar. Por último, si el proceso es estable y capaz, el siguiente paso es buscar formas de mejorar continuamente el proceso de instrucción, por lo que la variabilidad se reduce y la calidad, costo y tiempo se mejoran. Utilizar lluvia de ideas, diseñar experimentos, realizar un análisis multivariado, e investigar que todos los subprocesos pueden ofrecer una perspectiva útil son algunas de las formas utilizadas para mejorar el rendimiento del proceso. Una vez más, cualquier cambio dentro del proceso va a transformarlo en un nuevo proceso cuya estabilidad debe ser establecida antes de que se pueda confiar en las predicciones de resultados futuros.

La figura 17 muestra como estas acciones se relacionan con los objetivos y metas del CEPI.

Figura 27. Modelo de evaluación de la estabilidad y capacidad del proceso de instrucción



Fuente: [15], Adaptado por los autores

OBSERVACIONES

- En el momento de la elaboración de este proyecto fue de gran aplicación las herramientas estadísticas en un proceso de mejora como six sigma, fue evidente en la elaboración de cada fase de la metodología aplicada (DMAIC). En la aplicación de la metodología de mejora con Seis sigma el trabajo del equipo docente fue indispensable en el logro de cada fase, ya que dieron un aporte de conocimiento interno, permitiendo un mejor panorama de la situación perteneciente a cada fase en el proceso de instrucción que sigue en CEPI_I_2010.
- La necesidad de contar con tiempo suficiente para lograr una aplicación total de la metodología en six sigma es un punto a destacar, ya que durante la aplicación de las tres primeras fases que se llevaron a cabo dentro de este proyecto de grado, el esfuerzo y dedicación que se logró administrar permitió que el corto tiempo que se tenía para su aplicación no fuera un factor negativo.
- A continuación mencionamos algunos puntos que se consideran relevantes en base al estudio realizado.
 1. En la generación de ideas de cada fase que construyeron un Planteamiento de Mejora fuerte, claro y confiable; fue indispensable la aplicación en todo su potencial de la integración del equipo docente y el cliente (estudiantes).
 2. La primera fase (definición) es fundamental identificar el problema (causa-raíz) dentro del proceso de instrucción.

3. La fase de medición es la etapa más delicada, dado que dentro de ella se debe encontrar las variables, obtener las mediciones con un alto grado de confiabilidad, precisión y delicadeza.
- Six sigma es una estrategia basada en la medición y la metodología. La clave es "la cuantificación de los procesos", conociendo y especificando lo que los "resultados deseados" realmente son; sería un ineficaz intento de buscar la mejora y optimización de procesos, si ni siquiera son medibles.

CONCLUSIONES

- Los objetivos específicos mencionados en este proyecto de grado fueron ejecutados en su cabalidad y se logra resolver dudas de investigación planteadas en un inicio.
- El registro histórico de los últimos cuatro semestres del CEPI, fueron de gran aporte en la identificación de su metodología, entradas salidas, y componentes para la fase Definir y la fase Medir de la metodología DMAIC de six sigma.
- Dentro del planteamiento del planteamiento de la posible actualización del proceso de instrucción de CEPI, se realizaron pruebas piloto en CEPI_II_2009, para la fase Analizar y en la fase Mejora se da la implementación en CEPI_I_2010 de metodología DMAIC de six sigma.
- En la fase Control de la metodología six sigma se genera un plan de control y luego se definen los parámetros para la evaluación de la estabilidad y capacidad de la actualización del proceso de instrucción de CEPI.
- Desarrollar proyectos basados en hechos y enfocados en lo que realmente quiere el cliente y no en lo que se cree que quiere el cliente, brinda la mayor confianza en las directivas de una organización, de realizar lo que realmente se debe realizar, con un fundamento en mediciones estadísticas.
- En el modelo DMAIC existen de forma intrínseca diferentes formas de hacer las cosas, lo más importante es que se pueda encontrar la más adecuada según el problema que se baja a solucionar, sin dejar en alto cualquier etapa de las fases.

- Para finalizar, la aportación de este estudio que se inicia con el hecho de que existe poca investigación sobre la aplicación de herramientas estadísticas para datos categóricos como es el estudio de procesos de instrucción. Además, evidenciando la utilidad y necesidad de aplicar estadística dentro de una metodología de mejora se observa la gran aportación de cada herramienta utilizada en este estudio y como a pesar de que la estadística fue diseñada para datos cuantitativos su aplicación para datos de proceso de mejora como six sigma desglosa la información para interpretar los datos de la mejor manera posible.

RECOMENDACIONES

- Continuar trabajando en el mejoramiento del modelo DMAIC planteado para el CEPI, basados en los parámetros de la estabilidad y capacidad de la actualización del proceso de instrucción, donde se acomode mucho más a la cultura organizacional de este curso.
- Mediante una investigación de campo, se realizó la obtención fidedigna de las necesidades actuales del cliente (estudiante) denominado dentro de la metodología “voz del cliente”; basados en la experiencia vivida en esta investigación de campo recomendamos que el instrumento de medición y recolección de datos utilizados sea de fácil manejo entendimiento para el cliente (estudiante) dado que una mala interpretación puede ocasionar errores en la medición de variables.
- Las herramientas para aplicar la metodología de mejora six sigma utilizadas dentro de este Proyecto de Grado dieron buenos resultados y facilitaron el análisis de datos; sin embargo, se recomienda si se cuenta con el tiempo suficiente aplicar otros tipos de instrumentos estadísticos de medición para comprobar aportación hecha por cada técnica.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] Varsha Hemant Patil, Snehal M Kanlapur and Manikrao L. Dhore, “*Six Sigma in Education: To Achieve Overall Excellence in the Field of Education*” , 2006, Las Vegas, Nevada, ISBN: 0-7695-2497-4.
- [2] Thomas Pyzdek, “The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels“, McGraw-Hill, 2003.
- [3] Pete, Larry Holpp, What is Six Sigma?, McGraw-Hill, 2002.
- [4] Jeannine Sivi, M. Lynn Penn, and Erin harper, “Relationships between CMMI and Six Sigma”, 2005.
- [5] Theodore T. Allen “Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems”, Springer, 2006.
- [6] P.S. Pande, R.P. Neuman, R.R. Cavanagh: The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance, McGraw–Hill, New York, 2000.
- [7] Plan de Gestión del Curso de Estadística y Probabilidad para Ingenieros, Ricardo Llamosa Villalba, Sergio Enrique Mendez Aceros, Diana Patricia Bautista Otalora, Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software – CIDLIS, 2009.
- [8] Joel Aguilar SANZ, “El diseño de instrucción en la planificación de la enseñanza”, USB, 1989.
- [9] Thomas Pyzdek, “The Six Sigma Proyect Planner”, McGraw–Hill, 2003.
- [10] Ofelia Angeles Gutierrez, “El Proceso Educativo desde los Enfoques Centrados en el Aprendizaje”, 2003.

[11] UNAD-CAFAM. Especialización en Pedagogía para el desarrollo de Aprendizaje Autónomo. Guía de Aprendizaje “A”.

[12] Plan de Gestión del Curso de Estadística y Probabilidad para Ingenieros, Ricardo Llamosa Villalba, Sergio Enrique Méndez Aceros, Diana Patricia Bautista Otálora, Raúl Francisco Valdivieso Bohórquez, Víctor Giovanni Uribe Solano, Fernando Avila Martinez, Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software – CIDLIS, 2010.

[13] [Online] <http://www.winspc.com/datanet-quality-systems/support-resources/what-is-the-relationship-between-process-stability-and-process-capability.html>

[14] Montgomery, D. C. (2000). *Introduction to Statistical Quality Control*, 4th ed., Wiley, New York, NY.

[15] William A. Florac, Robert E. Park, Anita D. Carleton. *Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement*, Carnegie Mellon University, 1997.

ANEXOS

ANEXO A

SIX SIGMA TEAM CHARTER

NOMBRE DEL PROYECTO:

Planteamiento de una actualización al proceso de instrucción de una asignatura de educación superior, basada en six sigma, caso: probabilidad y estadística para ingenieros

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		DECLARACIÓN DE LA MISIÓN DEL PROYECTO						
<p>Debido a falta de una buena metodología de mejora de procesos, se observan problemas que afectan el nivel de calidad del “Curso de Estadística y Probabilidad para Ingenieros”, en donde se presentan muchas quejas por parte de los estudiantes y no se alcanzan los objetivos previstos en el plan de gestión de cada semestre.</p> <p>Se necesita cumplir con el plan de Gestión y alcanzar un nivel de calidad superior.</p>		<p>Alcanzar un alto nivel de calidad dentro de los procesos del CEPI utilizando six sigma como metodología de mejoras, permitiendo tener un completo control de los subprocesos, siempre dentro de los límites de los requisitos del curso.</p>						
DECLARACIÓN DE LOS OBJETIVOS		ÁMBITO DEL PROYECTO						
<ul style="list-style-type: none"> Definir los problemas actuales y determinar los requisitos críticos para el cliente Tener una medida de los procesos actuales. Analizar los datos obtenidos. Plantear una mejora al proceso de instrucción. Plantear un plan de control. 		<p>Inicio: Primer día de clases semestre 2 de 2009.</p> <p>Final: Culminación del curso semestre 2 de 2009.</p>						
PLAN DEL PROYECTO		EQUIPO DE TRABAJO						
No	ACTIVIDAD	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	<p>Patrocinador: Ricardo LLamosa</p> <p>Líder de equipo: Sergio Enrique Méndez</p> <p>Facilitadores: Diana Patricia Bautista, Raul Francisco Valdivieso</p> <p>Desarrolladores: Fernando Avila, Victor Uribe</p>	
		1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
1	Análisis de la situación actual	■	■					
1	Elaboración del "Team Charter"		■					
2	Identificar lo crítico para la calidad		■	■				
3	Elaborar el plan de colección de datos			■	■			
4	Ejecutar el plan de medición				■	■		
5	Analizar los datos obtenidos					■	■	
6	Determinar las causas raíces						■	■
7	Plantear la mejora al proceso						■	■
8	Proponer un plan de control							■

ANEXO B

MODELO AMFE

El modelo de AMFE contiene cinco secciones principalmente

- ¿Qué pudo pasar?

Esta sección describe las posibles causas actuales y los efectos en los requerimientos del cliente.

- Modo de fallo: Describe las formas en que el proceso falla. Si existen varias se debe listar en filas separadas.
- Efectos de falla: Describe el impacto que tienen las fallas sobre los requerimientos del cliente.
- Intensidad (INT): Cuantifica el impacto de la falla sobre los requerimientos del cliente. Se recomienda utilizar una escala que diferencie claramente la prioridad alta, media y baja.

- ¿Por qué y con qué frecuencia?

Esta sección cuantifica las principales causas y la frecuencia con que estas fallan ocurren.

- Principales causas: Lista de las posibles causas de la falla. Si existen muchas causas se deben listar en filas diferentes.
- Frecuencia de Ocurrencia: Cuantifica la frecuencia con que ocurren estas posibles causas. Se debe utilizar la escala definida anteriormente.

- ¿Cómo se puede prevenir?

En esta sección se describen los procedimientos o los controles que se usan actualmente para prevenir la falla.

- Controles: Describe los procesos que se usan para prevenir o detectar los modos de fallo.
- Probabilidad de fallo: Cuantifica la probabilidad de que el control que se esté utilizando falle. También se usa la escala.
- Número de Prioridad del Riesgo: es el resultado de la multiplicación de la intensidad, frecuencia de ocurrencia y la probabilidad de fallo.

$$\text{NPR} = \text{INT} * \text{OCU} * \text{PROB}$$

- Plan de Acción

Describe las acciones que se siguen en la disminución de los ítems con alto riesgo.

- Acción Recomendada: Describe la acción que se toma para disminuir la frecuencia de ocurrencia y probabilidad de fallo.
- Responsable: Contiene el nombre de la persona responsable del plan de acción

- Resultados del Plan de Acción

En esta sección se mide los éxitos de cada acción correctiva, recalculando los campos de intensidad, frecuencia de ocurrencia y el resultado del valor NPR.



- Resultado de la Frecuencia de Ocurrencia (OCU): Cuantifica la frecuencia con la que la posible causa ocurre después que la acción correctiva se ha completado.
- Resultado de la intensidad (INT): Cuantifica el impacto de la falla sobre los requerimientos del cliente. Normalmente no presenta cambios frente a la acción correctiva. Se calcula usando la escala definida.
- Resultado de la Probabilidad de Fallo (PROB): Cuantifica la probabilidad de que los controles fallen después que se completa la acción correctiva. Se cuantifica con la escala definida anteriormente.
- Resultado del NPR: Se calcula nuevamente multiplicando los tres campos anteriores ($\text{INT} * \text{OCU} * \text{PROB}$). Si la acción correctiva es efectiva, este resultado debe ser menos que el obtenido anteriormente.

Análisis de Modos de Fallo y Efectos

ANÁLISIS DE MODOS DE FALLO Y EFECTOS			
Nombre del Proceso		Fecha:	Número Revisión:
Preparado Por:	Fernando Ávila Víctor Uribe	Revisado Por:	Fecha de Revisión:

Paso del Proceso	¿Qué pudo pasar?			¿Por qué y con qué frecuencia?		¿Cómo puede prevenir?			Plan de Acción				Resultados de la Acción				
	Modos de Fallo	Efectos de la falla	INT	Principales Causas	OCU	Controles Actuales	PROB	NPR	Acciones Recomendadas		Responsable		INT	OCU	PROB	NPR	




ANEXO C
FORMATO RELATORÍA _V4

 Página 1 de 2	Curso de Estadística Y Probabilidad para Ingenieros CEPI ACTA DE CLASE No. ____				
	Día		Mes		

Generalidades de la clase			
Tema de la clase			
Lugar de la clase			
Fecha	Hora inicio:	Hora final:	
Docente			
Cronometrador			
Relator			
Objetivos de la clase			
Metas de la clase			

Agenda de la clase		
Tema:		
Subtema	Duración	

ULTIMA MODIFICACION Octubre 27 de 2009	APROBADO POR Ing. Sergio E. Méndez A.	EMISION INICIAL Octubre 27 de 2009	CODIGO RELATORIA_V4
---	--	---------------------------------------	------------------------

  Página 2 de 2	Curso de Estadística Y Probabilidad para Ingenieros CEPI ACTA DE CLASE No. ____				
	Día		Mes		

Desarrollo de la Clase

Acuerdos, tareas y compromisos pactados

No.	Descripción	Responsable(s)	Fecha de compromiso o entrega

Culminación y preparación de la próxima clase

Fecha		Hora	
Lugar			
Tema			

ULTIMA MODIFICACION Octubre 27 de 2009	APROBADO POR Ing. Sergio E. Méndez A.	EMISION INICIAL Octubre 27 de 2009	CODIGO RELATORIA_V4
---	--	---------------------------------------	------------------------

ANEXO D

FORMATO CRONOMETRADOR_V4




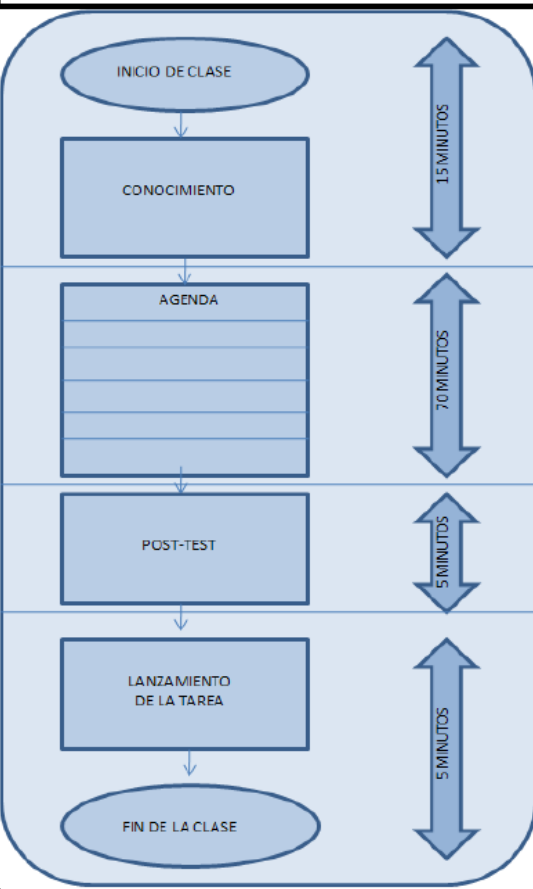


		CRONOMETRO DE CLASE		FECHA DE EMISION			
				DIA	MES	ANO	
		REGISTRO DE LA CLASE TEÓRICA					
23329 - CURSO DE ESTADISTICA Y PROBABILIDAD PARA INGENIEROS CEPI_I_2010							GRUPO
HORA	INICIO	RELATOR			CRONOMETRADOR		
	FINAL						

DIAGRAMA DE FLUJO	PREGUNTAS Y OBSERVACIONES
	MARQUE CON UNA X
	<p>1- Se cumplieron las actividades de inicio y conocimiento de acuerdo al tiempo programado? Pésimo___ Malo___ Aceptable___ Bueno___ Excelente___</p> <p>2- La tarea de conocimiento, están relacionadas con los temas de la sesión teórica? Pésimo___ Malo___ Aceptable___ Bueno___ Excelente___</p> <p>3- Se impartió la conferencia en el tiempo programado? Pésimo___ Malo___ Aceptable___ Bueno___ Excelente___</p> <p>4- La presentación de la conferencia, es clara, no presenta errores y es entendible? Pésimo___ Malo___ Aceptable___ Bueno___ Excelente___</p> <p>5- Se cumplió con la agenda temática de la sesión? Pésimo___ Malo___ Aceptable___ Bueno___ Excelente___</p> <p>6- Califique la presentación de la conferencia por parte del Profesor Pésimo___ Malo___ Aceptable___ Bueno___ Excelente___</p> <p>7- Las Preguntas del Post-Test, están relacionadas con los temas expuestos en la conferencia? Pésimo___ Malo___ Aceptable___ Bueno___ Excelente___</p> <p>8- El tiempo para desarrollar el Post-Test, es acorde con el nivel de complejidad de las preguntas? Pésimo___ Malo___ Aceptable___ Bueno___ Excelente___</p> <p>OBSERVACIONES</p>

ANEXO E

FORMATO RELATORIA_V5




 <small>Página 1 de 3</small>	Curso de Estadística Y Probabilidad para Ingenieros CEPI RELATORIA DE CLASE No. _____				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Día</td> <td style="width: 25%;">Mes</td> <td style="width: 25%;">Año</td> </tr> </table>	Día	Mes	Año	
Día	Mes	Año			

I

Generalidades de la clase			
Tema de la clase			
Lugar de la clase			
Fecha	Hora inicio:	Hora final:	
Docente			
Cronometrador			
Relator			
Objetivos de la clase			
Metas de la clase			

Agenda de la lección		
Tema:		
Actividad	Objetivo	Metodología/Materiales

ULTIMA MODIFICACION Abril 28 de 2010	APROBADO POR Ing. Sergio E. Méndez A.	EMISION INICIAL Abril 28 de 2010	CÓDIGO RELATORIA_V5
---	--	-------------------------------------	------------------------



  <p><i>Página 2 de 3</i></p>	Curso de Estadística Y Probabilidad para Ingenieros CEPI RELATORIA DE CLASE No. _____			
	Día	Mes	Año	

Desarrollo de la Lección

Acuerdos, tareas y compromisos pactados			
No.	Descripción	Responsable(s)	Fecha de compromiso o entrega

Culminación y preparación de la próxima clase			
Fecha		Hora	
Lugar			
Tema			

ULTIMA MODIFICACIÓN Abril 28 de 2010	APROBADO POR Ing. Sergio E. Méndez A.	EMISIÓN INICIAL Abril 28 de 2010	CÓDIGO RELATORIA_V5
---	--	-------------------------------------	------------------------

 Página 3 de 3	Curso de Estadística Y Probabilidad para Ingenieros CEPI RELATORIA DE CLASE No. ____			
	Día	Mes	Año	

Generalidades de la clase			
Tema de la práctica			
Lugar de la práctica			
Fecha	Hora inicio:	Hora final:	
Docente			

Agenda de la práctica		
Tema:		
Actividad	Objetivo	Metodología/Materiales



Desarrollo de la Actividad	
¿Qué paso en la actividad? ¿Qué hicimos en la actividad?	Actividades realizadas, metas de aprendizaje, conocimientos previos, estrategias llevadas a cabo, formas de evaluación, entre otros.
¿Qué aprendí? ¿Qué no aprendí?	Conocimientos nuevos, estrategias nuevas, habilidades nuevas, experiencias, reflexiones
¿Cómo me sentí y que propongo para la clase?	Cumplimiento de metas, atribuciones del éxito o del fracaso, aplicaciones futuras, propuestas, críticas.

Acuerdos, tareas y compromisos pactados			
No.	Descripción	Responsable(s)	Fecha de compromiso o entrega

Culminación y preparación de la próxima clase			
Fecha		Hora	
Lugar			
Tema			

ULTIMA MODIFICACIÓN Abril 28 de 2010	APROBADO POR Ing. Sergio G. Méndez A.	EMISIÓN INICIAL Abril 28 de 2010	CÓDIGO RELATORIA_V5
---	--	-------------------------------------	------------------------

ANEXO F
FORMATO CRONOMETRADOR_V5

 Página 1 de 2	Curso de Estadística Y Probabilidad para Ingenieros CEPI CONTROL DEL TIEMPO DE CLASE No. _____			
	Día	Mes	Año	

Generalidades de la clase			
Tema de la clase			
Lugar de la clase			
Fecha		Hora inicio:	Hora final:
Docente			
Cronometrador			
Relator			



Agenda de la Lección	
Tema:	
Subtema	Duración

ULTIMA MODIFICACION Abril 28 de 2010	APROBADO POR Ing. Sergio G. Méndez A.	EMISION INICIAL Abril 28 de 2010	CÓDIGO CRONOMETRADOR_V5
---	--	-------------------------------------	----------------------------

INICIO CLASE
25min

- Resolución de dudas 15min
- Post-Test: Plan de Gestión CEPI_I_2010 10min

ACTIVIDAD
55min

- Desarrollo de Guías: Proyecto CEPI_I_2010 40min
- Lanzamiento de Actividad 15min

CIERRE
20min


- Socialización de Grapas y Supervisor de Calidad 15min
- Fin de la lección 5min

Agenda de la Práctica

Tema:		
	Subtema	Duración




OBSERVACIONES			

ANEXO G
FICHA DE REGISTRO

CURSO DE ESTADISTICA Y PROBABILIDAD PARA INGENIEROS CEPI_I_2010 FICHA DEL ESTUDIANTE			
 NOMBRES COMPLETOS		CÓDIGO ESTUDIANTIL	
PROGRAMA ACADÉMICO		PROMEDIO PONDERADO ACUMULADO	
CORREO ELECTRÓNICO		¿DISPONE DE CONEXIÓN A INTERNET EN SU CASA?	
ASIGNATURAS MATRICULADAS EN EL PRIMER SEMESTRE DE 2010			
NOMBRE DE LA ASIGNATURA		HORAS TAD SEMANALES	
Total horas de clase semanales			
EXPECTATIVAS DEL CURSO:			

ANEXO H

LISTA POR GRAPAS

		CURSO DE PROBABILIDAD Y ESTADISTICA	CEPI_I_2010 Cod. Asig. 23329 Fecha: Abril 19 de 2010	Grupo: D1	
---	---	--	--	-----------	---

PARTICIPANTES DE LA CLASE						
Grapa	NOMBRE	Código	Quices	R	C	Participación en clase
1. Gunss	Ernesto Sánchez Céspedes	2080546				
	Miguel Angel Sanjuan Hermida	2082116				
	Karen Julieth Uribe Murcia	2081471				
	Edgar Sneyder García Morantes	2080488				
	Euberto Navarro Torres	2080545				
2. ILLUMINATIS	Julián Andrés Duarte Isidro	2071944				
	Andrés Alfredo García Delgado	2071958				
	Marco Stéfano Otero Corzo	2082087				
	Leonardo Fabio Ramírez Hernandez	2080512				
	Julián David Perez Pinillos	2080525				
3. Dora E3T	Henry Abril Rico	2060793				
	Oscar Fernando Sierra Matajira	2071913				
	Nelly Catherine Barbosa Calderón	2080621				
	Daniel Esteban Serrano Calderón	2080509				
	Juan Sebastian Vargas Mantilla	2080502				
4. Red Sox	Jennifer Andrea Ochoa Beltrán	2080540				
	Carlos Humberto Cordero Herrera	2030658				
	Manuel Fernando Pabón Pachón	2080279				
	Luis Carlos Herrera Piña	2071934				
	Ivan Darío Corredor García	2081537				
5. LOS RAMONES	Jeirson Armando Cáceres Castellano	2073293				
	Fabio Ignacio León Sanguino	2071916				
	Jhonatan Andrés García Albarracín	2080690				
	Javier Alexander Jiménez Valbuena	2080543				
	Alvaro Omar Durán Pinzón	2071912				
6. Electro_estadistas	Carlos Andrés Perez López	2080515				
	Wilmer Alexis Rueda Arias	2080522				
	Mónica Alexandra Díaz Jaime	2081619				
	Henry Mauricio Cala Castro	2080487				
	Joan Sebastian Pérez Osorio	2080319				
7. S.I.E.T.E	Jesús David Villareal Zambrano	2072817				
	Jorge Ferney García Beltrán	2051786				
	Iván Mauricio Jaimes Niño	2080508				
	Juan Sebastian López Guerra	2082136				
	Kristian Camilo Barreto Romero	2072117				
8. W.I.T.	Wilmer Hugo Florez Niño	2070188				
	Mario Andrés Acevedo Serrano	2080293				
	Juan Manuel Parra Saavedra	2071945				
	Jerson Erasmo León Almeida	2070348				
	Carlos Augusto Rangel Sequeda	2080278				
9. Electro_UIS	José Julián Avila Arias	2072111				
	Cesar Mauricio Aristizabal Peñaloza	2071943				
	Katheryn María Donado Mercado	2080317				
	Hector Fernando Castro Rueda	2082076				
	Oscar Iván Trasladino Salazar	2072079				

ANEXO I

CUADRO COMPARATIVO DE OBJETIVOS

1.1. OBJETIVOS	
CEPI_II_2009	CEPI_I_2010
1.1.1. Objetivos Cognitivos	1.1.1. Objetivos Cognitivos
El estudiante de Ingeniería de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones -E3T- al terminar el curso dispondrá de competencias para usar la estadística en planificación, supervisión y control de sus actividades de motivación, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y valoración, utilizando la herramienta “Proceso Educativo Personal” para cada capítulo del CEPI.	El estudiante de Ingeniería de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones -E3T- al terminar el curso dispondrá de competencias para usar la estadística en “el mundo de la aleatoriedad, de la inferencia y de la predicción”, proporcionándole una base sólida de la teoría estadística, y desarrollar su capacidad de expresión utilizando el lenguaje estadístico – matemático.
El estudiante de Ingeniería de la E3T al terminar el curso dispondrá de competencias para recopilar, ordenar, presentar, analizar datos asociados al mundo real.	El estudiante de Ingeniería de la E3T al terminar el curso y cumpla con las exigencias académicas dispondrá de competencias para la representación de realidades en lenguaje estadístico; estimulando el manejo adecuado de conceptos, términos y procedimientos estadísticos y prestando elementos para la lectura crítica, la comprensión y la presentación de resultados estadísticos.
El estudiante de Ingeniería de la E3T al terminar el curso dispondrá de competencias para especificar, establecer y desarrollar prueba de hipótesis utilizando el pensamiento hipotético-deductivo de la estadística inferencial.	El estudiante de Ingeniería de la E3T al terminar el curso dispondrá de competencias que le permitan discernir aquellas situaciones en las que es posible y necesario un análisis estadístico comprendiendo la utilidad y límites de la estadística como herramienta auxiliar en situaciones concretas de la vida real.
1.1.2. Objetivos Aptitudinales	1.1.2. Objetivos Aptitudinales
Al finalizar el Curso CEPI, el estudiante estará en capacidad de recopilar, ordenar, presentar, analizar datos estadísticos a través del	Al finalizar el Curso CEPI, el estudiante estará en capacidad de recopilar, ordenar, presentar, analizar datos estadísticos a través del

<p>pensamiento hipotético deductivo y adquirir la importancia de la distribución del tiempo a través de la planificación, seguimiento y control por medio de los formatos utilizados para el desarrollo de las actividades propuestas por el docente de la materia asociado a cada modulo.</p>	<p>pensamiento hipotético deductivo y adquirir la importancia de la distribución del tiempo a través de la planificación, seguimiento y control por medio de los formatos utilizados para el desarrollo de las actividades propuestas por el docente de la materia asociado a cada modulo.</p>
<p>1.1.3. Objetivos Actitudinales</p>	<p>1.1.3. Objetivos Actitudinales</p>
<p>Proporcionar al estudiante un contexto didáctico individualizado que se caracteriza fundamentalmente en la orientación a una situación activa de aprendizaje, apoyada en su propia experiencia cognitiva.</p>	<p>Proporcionar al estudiante un contexto didáctico individualizado que se caracteriza fundamentalmente en la orientación a una situación activa de aprendizaje, apoyada en su propia experiencia cognitiva.</p>
<p>Formar en el estudiante, las competencias fundamentadas en el uso de la estadística en ingeniería.</p>	<p>Formar en el estudiante, las competencias fundamentadas en el desarrollo del pensamiento estadístico en la formación profesional del estudiante ofreciéndole una sintaxis básica del lenguaje estadístico.</p>

ANEXO J

PLANILLA DE CONTROL DE PROCESOS DEL CEPI 2010_1

Proceso: _____ Curso: _____ Localización: _____	Preparado por: _____ Aprobado por: _____ Aprobado por: _____	Página: _____ de _____ Documento No: _____ Fecha de revisión: _____
--	---	--

Subproceso	CTQ	Requisitos	Método de medición	Tamaño de la muestra	Frecuencia	Responsable de la medida	Acción correctiva