

APLICACIÓN DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD PARA EL  
ANÁLISIS, EL DISEÑO Y LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO PARA UN  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Aspirante  
ESPERANZA ESPITIA PEÑA

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS  
2015

APLICACIÓN DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD PARA EL  
ANÁLISIS, EL DISEÑO Y LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO PARA UN  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Aspirante  
ESPERANZA ESPITIA PEÑA

Trabajo de Grado de Maestría para optar al Título de  
Magister en Ingeniería

Director  
RAFAEL DAVID RINCON  
Universidad EAFIT

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS  
2015

## Tabla de Contenidos

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	8
1.1	Planteamiento del problema.....	10
1.2	Justificación .....	11
1.3	Objetivos del proyecto .....	12
1.3.1	Objetivo General.....	12
1.3.2	Objetivos específicos .....	12
1.4	Hipótesis o preguntas de investigación.....	13
1.5	Descripción breve de la estructuración de esta memoria.....	13
2	MARCO TEORICO.....	15
2.1	Historia de la metodología del despliegue de la función de calidad (QFD). ....	15
2.1.1	Fases.....	18
2.1.2	Construcción de la matriz de la casa de calidad. ....	20
3	ESTADO DEL ARTE.....	25
3.1	Despliegue de la Función de calidad en los procesos Académicos Universitarios: una Experiencia para la Revisión del Perfil del egresado. ....	26
3.2	Design Methodologies: Industrial and Educational Applications. ....	27
3.3	Dynamic Quality Function Deployment in Higher Education .....	27
3.4	Orientación del Enfoque de Calidad en Instituciones de Educación Superior: Una Necesidad en Ingeniería .....	28
3.5	Planning and Design of Industrial Engineering Education Quality .....	29
3.6	QFD application to improve management education at Kimep.....	30
3.7	QFD Applications in Education: A Literature Review.....	31
3.8	Designing customer oriented courses and curricula in higher education. A possible model .....	32
3.9	Use of Quality Function Deployment Analysis in Curriculum Development of Engineering Education and Models for Curriculum Design and Delivery.....	32
3.10	Conclusiones tomadas de los artículos .....	33
4	MARCO METODOLOGICO.....	35
4.1	Los Estándares CDIO .....	35
4.2	Planteamiento del Modelo. ....	43
4.2.1	Análisis: .....	43
4.2.2	Casa de la calidad (HOQ). ....	47
4.2.3	Diagrama de Árbol.....	47
4.2.4	Matriz de relación .....	48
4.3	Diseño y Desarrollo .....	49
4.3.1	Requisitos de calidad. ....	50
4.3.2	Modelo de encuesta. Determinación del grado de importancia general de los requisitos de calidad (G). ....	52
	Objetivo.....	53

5	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.....	57
5.1	Primer sector. ....	57
5.2	Segundo sector. ....	57
5.3	Tercer sector.....	59
5.4	Cuarto sector. ....	59
5.5	Quinto sector. ....	60
5.6	Sexto sector. ....	60
5.7	Aplicación de la metodología propuesta.....	61
5.7.1	Resultado de la encuesta .....	62
5.7.2	Primer sector. ....	63
5.7.3	Resultados del segundo sector. ....	64
5.7.4	Tercer sector.....	66
5.7.5	Resultados del cuarto sector.....	67
5.7.6	Resultados del quinto sector .....	69
5.8	Análisis de los resultados.....	72
6	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	75
7	BIBLIOGRAFÍA .....	62

**Lista de tablas**

Tabla 1. Estándar 1..	37
Tabla 2. Estándar 2. .	38
Tabla 3. Estándar 3. .	38
Tabla 4. Estándar 4. .	39
Tabla 5. Estándar 5 .	39
Tabla 6. Estándar 6. .	40
Tabla 7. Estándar 7. .	40
Tabla 8. Estándar 8. .	41
Tabla 9. Estándar 9. .	41
Tabla 10. Estándar 10. .	42
Tabla 11. Estándar 11. .	42
Tabla 12. Estándar 12. .	43
Tabla 13. Identificación de clientes .	44
Tabla 14. Requisitos de calidad del SYLLABUS-CDIO.....	51
Tabla 15. Valor del grado de relación.....	60
Tabla 16. Resultados encuesta y determinación del grado de importancia general fuente: encuesta realizada .....	62
Tabla 17. Resultados sector 2 de la matriz de calidad. ....	65
Tabla 18. Importancia de los QUE`s.....	72
Tabla 19. Importancia de los COMOS`s.....	72

## Lista de figuras

Figura 1. Traducción de la palabra hinshitsu kino tenka.iFu .....	16
Figura 2. Despliegue de la calidad demanda y planificada. ....	18
Figura 3. Qué's.....	20
Figura 4. Cómo(s) .....	20
Figura 5. Estructura básica de la casa de calidad.....	22
Figura 6. Relación de los involucrados.....	46
Figura 7. Diagrama de árbol .....	48
Figura 8. Matriz de relaciones .....	49
Figura 9. Diagrama diseño curricular .....	50
Figura 10. Bosquejo de la casas de calidad.....	59
<b>Figura 11. Grado de correlación .....</b>	<b>61</b>
Figura 12. Valor de relación de requisitos técnicos .....	61
Figura 13. Grado de importancia atribuida por los actores.....	63
Figura 14. Bloques de conocimientos syllabus CDIO .....	64
Figura 15. Requisitos de calidad. ....	64
Figura 16. Dispersión índice de mejora .....	66
Figura 17. Características técnicas.....	66
Figura 18. Determinación del grado de relación.....	68
Figura 19. Grado de planificación estándar .....	69
Figura 20. Explicación principio de Pareto.....	71

## APLICACIÓN DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD PARA EL ANÁLISIS, EL DISEÑO Y LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO PARA UN PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

### 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El concepto de calidad ha tomado gran importancia en las empresas que buscan permanecer en el mercado satisfaciendo las necesidades y expectativas que el cliente desea encontrar en el producto o servicio ofrecido.

El objetivo final de la calidad es el de alcanzar y mantener niveles de excelencia y reconocimiento frente a la sociedad. Esto se logra a través de la implementación de buenas prácticas, propuestas por normas o estándares de calidad, aplicados a cada uno de los componentes de la organización (el personal, los procesos, la materia prima, los productos, entre otros).

Las Instituciones de Educación Superior han sido receptoras de la importancia de la calidad en los diferentes programas académicos que son ofrecidos a los estudiantes, con el objetivo de alcanzar el reconocimiento de los interesados, la sociedad y de ser “Acreditados”.

La acreditación es un testimonio que da el Estado sobre la calidad de un programa o institución, con base en un proceso de evaluación, en el cual intervienen la institución, las comunidades académicas, el Consejo Nacional de Acreditación y el Ministerio de Educación.

Por otra parte, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, brinda herramientas de apoyo con el propósito de obtener programas profesionales que sean competentes y acordes con las necesidades del país. Responder a estas necesidades conduce a realizar un análisis detallado de los contenidos curriculares en los programas académicos de Ingeniería que se están ofreciendo en las universidades Colombianas.

Se pueden mencionar algunos diseños y tendencias curriculares, como el modelo Tyler (1972), Taba (1973), Arnaz (1989) Díaz Barriga (1982), Lafrancesco (1998), entre otros, sin dejar atrás los diseños curriculares que hoy día cobran fuerza en las Instituciones, los cuales se basan en el desarrollo de competencias, currículos flexibles, aprendizaje basado en problemas y casos de estudio, que son de gran importancia y aporte para el análisis y diseño curricular. El problema está al momento de utilizar alguno de ellos, dado que las metas y el alcance que son fijados,

la mayoría de veces no se logran alcanzar para el cumplimiento del currículo planteado, debido a que muchos se elaboran de manera únicamente reflexiva. Se evalúa el currículo pero no sus procesos, y cuando dichos procesos son analizados se diagnostica la necesidad de hacer una mejora, las cuales en muchas ocasiones se aplican de manera no planeada y coordinada, afectando el perfil profesional que la Institución ofrece.

Algunas Instituciones de Educación Superior han elaborado herramientas que permiten la evaluación de sus currículos por medio de métodos comparativos, otras lo hacen a través del diseño y validez de indicadores, de modelos de discrepancia, entre otros.

No se pretende juzgar o decir que dichos modelos son malos o no funcionan; sin embargo, no se puede desconocer que dichas Instituciones no cuentan con una herramienta adecuada que permita analizar, diseñar y gestionar currículos.

Por consiguiente, existen modelos curriculares de programas de Ingeniería a nivel nacional que permiten identificar problemas que surgen en la elaboración de currículos de los programas de pregrado. Por ejemplo, algunos currículos son realizados por pequeños grupos de docentes que se sienten comprometidos con el programa académico, en muchas ocasiones sin tener conocimiento de las necesidades que se manifiestan en la institución, en las empresas directamente relacionadas con el objeto de estudio, la sociedad y el Estado. También se presentan en la elaboración de los currículos las llamadas tendencias o temas de innovación del momento, los cuales ocasionan cambios y reformas curriculares que desestabilizan algunas veces el proceso y contenidos curriculares, lo que conlleva a la pérdida o desviación del perfil profesional que se ofrece.

Otro factor a considerar es el planteamiento del sistema de créditos de forma arbitraria, ya que muchas veces es realizado únicamente por cumplir con una intensidad de tiempo que justifique el espacio académico, y por último, la innovación de temas propuestos por un profesor o grupos de profesores, olvidando el perfil de los estudiantes y egresados que están siendo formados con unas habilidades y competencias establecidas por los lineamientos de cada programa.

En general, la mayoría de las Instituciones crean o modifican sus currículos sin contar con un instrumento o metodología que facilite y permita el diseño y desarrollo del currículo, acorde con el plan institucional y el programa.

La propuesta de aplicar una metodología utilizando la técnica de Despliegue de la Función de Calidad, QFD, por sus siglas en Inglés, para el diseño y gestión de un currículo en el programa de Ingeniería de Sistemas, permitirá identificar la importancia de cada uno de los actores, características y necesidades que deben intervenir en cada uno de los procesos, los cuales son documentados con el fin de lograr que el diseño, la elaboración y la gestión del currículo alcancen los niveles de satisfacción esperados por la Institución, la sociedad, y principalmente, para el

profesional egresado. Es bueno aclarar que no sólo se puede utilizar para la creación de nuevos currículos, sino también permitirá actualizar el currículo ya existente.

QFD es una técnica de gestión de calidad que identifica las necesidades que se deben satisfacer, de acuerdo con requisitos exigidos por un cliente en cualquier tipo de organización, ya que es flexible y adaptable al diseño que se desea.

Por consiguiente, aplicar QFD para el análisis, diseño, construcción y gestión de un currículo para el programa de Ingeniería de Sistemas, permite obtener ventajas significativas, si se compara la manera como tradicionalmente se diseñan los currículos en algunas Instituciones de Educación Superior.

### 1.1 Planteamiento del problema

Un currículo, es un término polisemántico que se usa de igual manera para referirse a planes de estudio y presentación de programas (Peláez & Pérez, 2010). Se puede considerar como el mapa o guía que debe seguir un estudiante para lograr obtener un título profesional. Se encuentra estructurado de tal forma que el alumno puede observar y trazar una ruta de los espacios académicos que va acreditando o aprueba, convirtiéndose en un elemento de control y seguimiento del plan de estudios y las diferentes áreas contempladas en él.

En la elaboración de un currículo es importante definir aspectos fundamentales que contribuyen a la apropiación de conocimientos, habilidades y valores necesarios para la formación del ser humano en su crecimiento como ser social e individual; dichos fundamentos se ven reflejados en la parte filosófica, pedagógica, socio-política, psicológica, epistemológica, que permitan crear estrategias y metodologías acordes con los cambios y exigencias del medio. Cada uno de estos factores contribuye a la elaboración de los temas de estudio y áreas de profundización que se encuentran planteados, de acuerdo con los contenidos de los espacios académicos que se deben orientar.

Es importante reconocer que para la elaboración y ejecución del currículo se debe contar con el recurso necesario y calificado que garantice alcanzar el objetivo del proyecto educativo institucional, PEI, el cual debe ser flexible y sujeto a mejoras que permitan adaptarse a los lineamientos de la estructura del programa, la institución, los cambios en el entorno, entre otros.

Las instituciones de nivel superior diseñan sus currículos con base en necesidades y ofertas laborales que se perciben en la región, el país y a nivel internacional. Cabe anotar que existen limitaciones para el diseño y la elaboración de un currículo o la actualización del mismo; algunas de las alternativas para dicha creación o actualización son generadas simplemente por

cumplir con un deber o asignación de tareas de quienes participan en su elaboración; otros factores que inciden son, la falta de planificación y organización de las actividades que se van a realizar, además del desconocimiento de metodologías, técnicas y herramientas, que genera imposibilidad o dificultad para desprenderse de prácticas poco efectivas.

Se requiere entonces de la aplicación de una metodología mediante el uso de una herramienta, que permita identificar cuáles son los aspectos y factores para crear una estructura sólida al momento de la presentación de un diseño curricular, acorde con las exigencias del perfil del profesional que el programa académico desea lograr, para que sea reconocido como un egresado con habilidades y competencias de un alto nivel en su perfil ocupacional.

## 1.2 Justificación

Esta propuesta de trabajo es de gran importancia para las Instituciones de Educación Superior, ya que reafirma la necesidad de establecer un análisis, diseño y gestión curricular, siguiendo los pasos y procesos que plantea el Despliegue de la Función de Calidad, pues la flexibilidad que esta metodología ofrece está fundamentada en acciones de mejora, buscando la satisfacción del cliente en el producto final, en este caso el principal cliente a considerarse son los estudiantes y los egresados, sin olvidar que éstos están al servicio de la sociedad, el desarrollo sostenible y el medio ambiente; otro aporte que brinda el uso de la metodología planteada es que permite crear estrategias, no solamente a nivel funcional, sino también estrategias tácticas, acordes con el interés particular que cada institución requiere, como puede llegar a ser una reforma curricular (rediseño) o la creación de un nuevo currículo.

En la actualidad, el concepto de calidad no sólo es aplicado por las empresas o sector industrial, que pretenden alcanzar altos niveles de eficiencia y eficacia en cada una de las actividades que realizan, con el fin de posicionar un producto o servicio en el mercado; es importante también establecer que la calidad se asocia a un proceso de mejora continua, en donde debe existir responsabilidad y entrega por parte de todo el recurso humano que conforma una organización.

Las Instituciones de Educación Superior han adoptado y compartido el concepto de calidad a partir del enfoque que a nivel académico se ha venido planteando por medio de las nuevas tendencias o modelos propuestos, que a continuación se relacionan.

La UNESCO (Vlasceanu et al., 2004, pp. 46 - 48) define Calidad en la Educación Superior como un concepto multidimensional de múltiples niveles, dinámico, que

se relaciona con los elementos contextuales de un modelo educacional, con la misión y fines institucionales, y con estándares específicos dentro de un sistema, institución, programa o disciplina determinada. La calidad por tanto, puede adquirir significados diferentes, dependiendo, de:

La comprensión de los diversos intereses de distintos grupos comprometidos o actores de la Educación Superior; sus preferencias, procesos, productos, misiones, objetivos, entre otros; los atributos o características del mundo académico que se considera necesario evaluar; el periodo en el desarrollo de la educación. (CINDA, 2009).

Debido al cambio y los compromisos que las universidades hoy por hoy deben afrontar ante una sociedad que exige cada vez más una mejor formación académica para sus profesionales, se han tomado decisiones con respecto al currículo y los elementos que lo integran, los cuales necesitan de la participación activa del personal administrativo, directivos, profesores, estudiantes, empresas, egresados, con, el fin de conseguir el prestigio y reconocimiento de calidad; de allí la importancia de plantear el uso de una metodología y de herramientas que permitan la participación y construcción de un mapa o guía curricular, acorde con las necesidades y perfil requerido para un profesional en Ingeniería de Sistemas.

### 1.3 Objetivos del proyecto

#### 1.3.1 Objetivo General

Establecer una metodología para el diseño, desarrollo y gestión del currículo de un programa de Ingeniería, utilizando el Despliegue de la Función de Calidad, QFD.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar información de algunos referentes académicos, que permitan identificar la necesidad de utilizar QFD en la elaboración de los diseños curriculares.
- Analizar currículos por competencias y cómo se define la metodología para la creación de sus contenidos.

- Analizar requerimientos de algunas técnicas de diseño curricular empleadas para la elaboración de los contenidos curriculares.
- Definir un modelo de proceso para la utilización de la metodología QFD en la elaboración de un currículo.
- Validar la metodología propuesta en un caso de estudio.

#### 1.4 Hipótesis o preguntas de investigación

La pregunta que orienta el desarrollo del objetivo planteado en este trabajo, es:

Hipótesis: La aplicación de la metodología QFD para el análisis, diseño y gestión curricular ayuda a solucionar las necesidades existentes en los currículos de un programa de Ingeniería, tales como flexibilidad, pertinencia de los espacios académicos con el perfil que se propone, número de créditos, duración de la carrera profesional.

P1. ¿Cómo se pueden mejorar los diseños curriculares aplicando la metodología QFD, de tal forma que se pueda diseñar un currículo que satisfaga las necesidades de todos los interesados?

#### 1.5 Descripción breve de la estructuración de esta memoria.

En esta memoria se presenta una propuesta metodológica que contribuye al análisis, el diseño y la gestión del currículo para un programa de Ingeniería de Sistemas, aplicando la metodología de despliegue de función de calidad, QFD.

A continuación se hará una breve descripción de los ítems que se encontrarán en este documento.

- Marco teórico. Se hace una reseña histórica de la metodología QFD, ¿Qué es QFD?, se explica el concepto de Casa de Calidad.
- Estado del arte. Se realiza una visión panorámica de la aplicación de la función de despliegue de la matriz de calidad, mencionando algunos trabajos de éxito.

Marco metodológico, se establece el campo de acción y se presenta la propuesta o planteamiento del modelo.

Metodología propuesta de este trabajo.

Se presentan las conclusiones que se han obtenido al terminar el documento y dejar abierta la iniciativa para otros posibles proyectos, con base en resultados de la misma.

Referencias bibliográfica.

## 2 MARCO TEORICO

### 2.1 Historia de la metodología del despliegue de la función de calidad (QFD).

El despliegue de función de calidad es una herramienta que identifica, por medio de un análisis de gestión, los requerimientos del cliente, convirtiéndolos en características técnicas, que son llevadas al diseño por medio de un método gráfico, que permiten expresar la relación del cliente y las características del diseño planteado.

El Despliegue de la Función de Calidad (QFC) constituye una metodología robusta para el desarrollo de producto, contando en todo momento con el cliente, para lograr un producto de alta calidad. Fue concebido en Japón en la década de los años 60, como un método sistemático para traducir los requisitos del cliente en objetivos de diseño del producto (Pablo, E, E, Ph, & Bra, 2007).

A lo largo de la historia, QFD ha sido aplicada en diferentes tipos de organizaciones con resultados de éxito, lo que permite darle un reconocimiento importante en cuanto a los aspectos y producto. Su etapa inicial está comprendida entre el período de 1960 a 1990, alcanzando grandes reconocimientos en la industria automotriz, entre otros, a partir del año 90 y hasta la fecha. Ha ido expandiendo su implementación, no sólo en la industria, los servicios, sino también en el sector educativo.

Quality Function Deployment o Despliegue de función de la calidad, es una traducción literal de las palabras japonesas hinshitsu kino tenkai (ver Figura 1.), que originalmente fueron traducidas como Quality Function Evolution. (Maya, Orozco, & Arroyave, 2008).

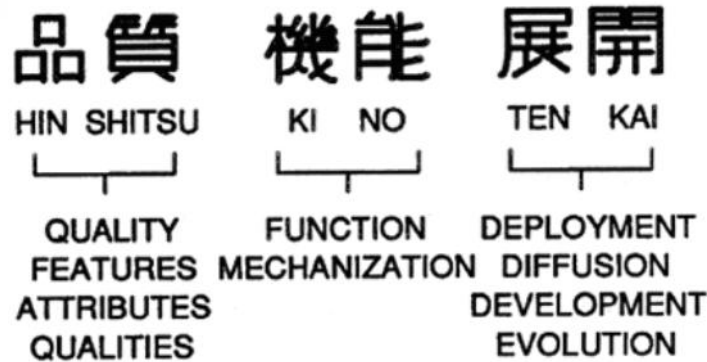


Figura 1. Traducción de la palabra hinshitsu kino tenka.iFu  
Fuente: A Amaya, C. Orozco, C Arroyave, R. Rincón. (2007). p.25.

A continuación se mencionan algunas de las definiciones de QFD que han sido propuestas por expertos en el tema.

Dr. Yoji Akao (1972, Japón): En su artículo Intitulado “The leading edge in QFD: presente and future” el Dr. Yoji Akao y Glenn Mazur, señalan que en 1972 el Dr. Akao definió por primea vez el término de Despliegue de la Función (sin integrar todavía la palabra calidad) como “un método para desplegar, antes del arranque de producción en masa, los puntos importantes de aseguramiento de calidad del proceso de producción (Yoji Akao y Glenn H. Mazur, 2003).

Mikel Sorli y Javier Ruiz (1994, Bizkaia-España): En el primer capítulo del libro QFD una Herramienta de Futuro, estos autores concluyen que el QFD proporciona un camino sistemático para que la voz del cliente fluya a través de los procesos del desarrollo del producto, estableciendo un nexo entre los diferentes requisitos técnicos, enfocándolos hacia las necesidades de los clientes. (Y, 1994).

John Terninko (1997, Estados Unidos): En el libro publicado *Step by Step QFD: Customer-Driven Product Design*, menciona que el QFD es un “Sistema de calidad moderno, enfocado a incrementar la participación en el mercado a través de satisfacer al cliente. Este sistema estratégicamente selecciona y hace visibles los requerimientos que son importantes para desempeñarse mejor que la competencia” (Terninko, 1997).

Glenn Mazur (2000, Estado Unidos): En el manual de curso *Comprehensive Quality Function Deployment Overview* del 2000, explica que el QFD es un sistema de calidad que se focaliza en brindar valor a través de buscar necesidades del cliente, tanto explícitas como implícitas, traducir estas necesidades en acciones o diseños y desplegar esto a través de la organización (González, 2010).

Marvin E. González (2001, Costa Rica): En su libro QFD La Función Despliegue de la Calidad; una guía práctica para escuchar la voz del cliente, el Dr. González define el QFD como “una metodología que traduce la Voz del Cliente en parámetros de diseño para que estos puedan desplegarse, de forma horizontal, dentro de los departamentos de planeación, ingeniería, manufactura, ensamble y servicio. Asimismo, el Dr. González señala que el QFD es un “instrumento efectivo que permite identificar y optimizar aquellos requisitos que conflictúan el diseño de un producto o servicio. (González, 2001, p.16,17).

Robert A. Hunt (2003, Australia): El Dr. Hunt, quien ha investigado la aplicación de QFD en la planeación estratégica de las organizaciones, señala que el poder de las técnicas de QFD está en que el QFD ayuda a identificar qué es importante, al proveer un sistema lógico para reemplazar la toma de decisiones basada en emociones.

Francisco Tamayo y Verónica González Bosch (2004, México), en su definición de QFD para la Asociación Latinoamericana de QFD ([www.qfdlat.com](http://www.qfdlat.com)) establecen el QFD como, “un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes. Esto significa alinear lo que el cliente requiere con el plan de mejora de la organización (F. T. E. y V. G. Bosch, 2001).

La evolución que ha tenido el QFD y el éxito en dar soluciones a las necesidades y/o requerimientos de los clientes han hecho que sea tomado y aplicado de varias formas, entre ellas como un método, una herramienta, filosofía, metodología y por qué no, una forma de comunicación.

Es de gran importancia precisar que la calidad de QFD está centrada en la integración de cada uno de los procesos de gestión y la responsabilidad de cada uno de los stakeholders, permitiendo obtener una gestión de calidad en todas las fases y los procesos que se encuentran involucrados (Interno - externo).

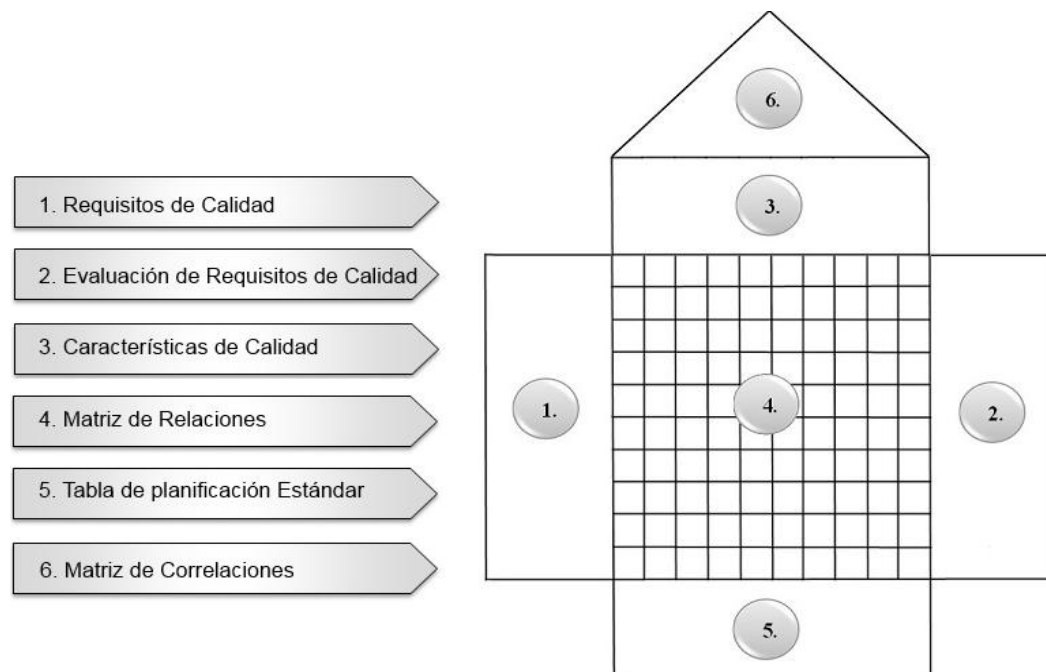
Por lo tanto, se puede decir que QFD tiene dos propósitos. El primero consiste en definir los criterios de calidad de los servicios prestados, a partir de las necesidades y requerimientos de los clientes; el segundo, implantar estos criterios en todas las actividades y funciones de la organización.

Con base en lo anterior, se puede mencionar que QFD es un proceso estructurado y disciplinado, en donde su principal objetivo es escuchar la voz del cliente e involucrar a todos los procesos y funciones que intervienen en la organización o empresa.

### 2.1.1 Fases

La metodología de QFD utiliza una herramienta llamada Casa de la Calidad (ver Figura 2.) que permite identificar cuáles son los procesos y las necesidades que se presentan en la creación o mejora de un producto o servicio.

La Casa de la Calidad es una matriz que traduce los requisitos del cliente y cómo conseguir satisfacer las necesidades y requerimientos; de esta manera se ha convertido en el elemento básico de QFD. Se debe mencionar que la matriz de la Casa de la Calidad está compuesta por otras matrices y tablas relacionadas, que permiten identificar las fases o pasos que se deben seguir.



*Figura 2. Despliegue de la calidad demanda y planificada.  
Fuente: Adaptado de Maneiro, Mejias, Ramírez, & Ramos. (2007)*

Fase I: Identificar y jerarquizar a los clientes. Conocer qué o cuáles son las necesidades del cliente, sus expectativas. En esta fase se debe recolectar información necesaria que permita realizar el despliegue de calidad demandada y planificada.

Fase II: Identificar las expectativas del cliente. QFD no se conforma con dar respuestas a las necesidades del cliente, una de sus principales características es la escucha del cliente, involucrarlo, preguntar qué es lo que realmente necesita.

En esta fase se pueden realizar algunas acciones, como las mencionadas a continuación:

- Grupos de discusión.
- Informes que permitan conocer las inconsistencias y quejas.
- Estudios existentes con base en encuestas realizadas.
- Búsqueda de información en libros, artículos, la competencia.
- Información suministrada por la empresa.

Para terminar esta fase, es conveniente crear un filtro de la información, la cual se puede evidenciar en la siguiente fase.

Fase III: Conversión de la información en descripciones verbales específicas. Toda la información suministrada en la fase anterior debe servir de punto de partida para conocer las preferencias del cliente. La información en esta fase debe ser más precisa, para poder tomar medidas precisas.

Fase IV: Elaborar y gestionar la encuesta a clientes: En esta fase se debe elaborar una encuesta a las personas interesadas en el proceso, como también a todos los que de una u otra forma tienen incidencia en la toma de la mejor decisión. QFD propone que se debe manejar una escala que indique la posición en cada una de las variables o criterios que se toman en cuenta para la recolección de la información.

Fase V: despliegue de la calidad y demanda: Esta fase corresponde a la elaboración de la casa de calidad. Una vez se tienen los datos, se elabora una tabla de planificación de la calidad, asignando un factor o indicador que permita conocer la importancia de las variables de recolección de información y el valor encontrado en la fase VI. EL objetivo de esta fase corresponde a encontrar lo que realmente es importante para el cliente y de esta manera establecer lo que se desea obtener.

Por consiguiente, una vez se identifique el objetivo primordial al que se desea llegar, se deben determinar cuáles son los aspectos y requisitos del cliente considerados, como el "QUÉ" (ver Figura 3): en otras palabras, plantear ¿Qué quiere el cliente?, en este caso, los requerimientos de calidad de los clientes (RQs), que serán ubicados en una fila en la matriz que forma parte de la Casa de Calidad.

### QUE'S requisitos de calidad

Qué 1
Qué 2
Qué 3
...

Figura 3. Qué's.

Fuente: A Amaya, C. Orozco, C Arroyave, R. Rincón. (2007). p.32

Fase VI: despliegue de las características de calidad: La fase V plantea el interrogante del QUÉ se debe hacer para dar solución al cliente, partiendo de las características de calidad de cada factor, permitiendo plantear el segundo interrogante, relacionado con el CÓMO se va hacer. Por cada requisito de calidad se obtiene una o varias características, ubicadas en la columna del COMO's (ver Figura 4).

### CÓMO (S) características técnicas

Cómo 1	cómo 2	Cómo 3	⋮
--------	--------	--------	---

Figura 4. Cómo(s)

Fuente: A Amaya, C. Orozco, C Arroyave, R. Rincón. (2007). p.33

#### 2.1.2 Construcción de la matriz de la casa de calidad.

Relaciones: Una vez se tienen determinados los QUE's y los COMO's, se identifica el grado de relación (GR), en el cual se asigna a cada una de las características técnicas (RCs-COMO's) para identificar el cumplimiento de los requerimientos de calidad (RQs-QUE's); la valoración para cada relación es dada por una escala con base en los criterios de: Alta relación, relación media, relación débil o poca y, por último, una escala de valor para aquellas que no tienen ninguna relación (en blanco). Se debe evaluar cada Qué respecto a cada Cómo y determinar en qué grado se satisface (ver Figura 5).

Como acercamiento a lo que se encontrará más adelante en el documento, se deja mencionado la representación de la matriz de la casa de calidad con elementos de la metodología del CDIO, de tal forma los QUE`s se verán reflejados por los requisitos de calidad del Syllabus-CDIO, los COMO`s, serán el reflejo modelo educativo CDIO, tomando como referencia el estándar 2, “Resultados de aprendizaje”, por último la relación que se identifica entre los QUE`s y COMO`s, determinan el grado de relación, permitiendo conocer e identificar elementos importantes para la toma de decisiones y planes de mejora. Se elige el modelo de CDIO ya que contempla una estructura que permite realizar paso a paso la concepción y el diseño de un modelo curricular y sobre todo porque esta creado para programas de ingeniería, además está centrado en las personas motivo por el cual contempla cuatro ejes que le dan orientación:

- Un currículo basado en resultados de aprendizaje por competencias.
- Un proceso de enseñanza centrado en el estudiante.
- Una formación centrada en el dialogo y por último
- Una integración de la actividad académica en la sociedad.

La iniciativa del modelo CDIO, Concebir-Diseñar-Implementar-Operar refleja la integración de cada uno de los ejes temáticos los cuales se pueden observar en cada uno de sus estándares que sumados son 12, y en el CDIO Syllabus que permite evaluar las el nivel de competencias.

Correlación o techo de la casa: Esta matriz permite identificar las características que están estrechamente relacionadas y del impacto que pueden causar en otra característica; de esta manera se puede identificar los efectos adversos o conflictos que se pueden presentar, lo que permite alcanzar una gestión eficaz en el momento de evaluar y realizar cambios de los requisitos.

Existe una forma de graficar las correlaciones encontradas, la cual se da de la siguiente manera: Si la correlación es positiva se representa “O”, de otra manera, para mostrar que es negativa, se representa como “X”.

El Cuánto o Ponderación de las características técnicas, este es el último paso para finalizar con la estructura de la casa de calidad; consiste en determinar la ponderación de cada característica técnica propuesta, con el fin de identificar si existe o no una correlación específica entre los requisitos del cliente y una característica técnica. El mecanismo para hallar dicha ponderación consiste en realizar los siguientes pasos y cálculos:

- Se crea una columna para especificar el peso de cada necesidad, según la relación existente
- Se crea una con las características técnicas y se especifica el peso de cada una de ellas
- Por último, se crea una fila que contiene el grado de importancia total de cada característica técnica; se debe tener en cuenta la prioridad que fue asignada por los clientes a cada una de las necesidades y sus respectivas relaciones.

Los cálculos que se deben realizar, son los siguientes:

- El peso de cada una de las filas es la sumatoria de los valores de las relaciones encontrados en cada una de ellas.
- Multiplicar la prioridad asignada por los clientes con el total del peso de la fila. De esta manera se consigue un valor ponderado de relación. Esto permite conocer la importancia de cada una de las características técnicas.

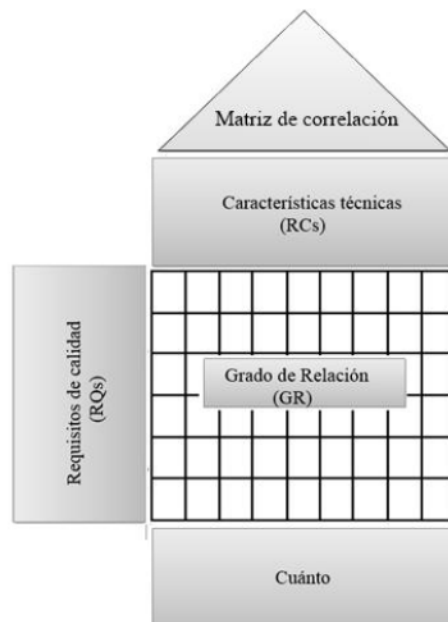


Figura 5. Estructura básica de la casa de calidad.  
Fuente: De Docencia Universitaria (2007). p.8

Partiendo de los conceptos mencionados, se puede decir que el Despliegue de la Función de Calidad y el uso de la Casa de Calidad como herramienta, permiten adecuarse a cualquier contexto donde se vea la necesidad de obtener resultados exitosos con base en los requerimientos planteados por el cliente.

QFD permite alcanzar niveles altos de satisfacción del cliente, que se pueden ver reflejados en planes de acción de mejora de manera eficaz y eficiente, lo que demuestra el mejoramiento de la calidad.

El proceso tiene como beneficios:

- Orientado a la satisfacción del cliente: Se refiere a los requisitos del cliente. (La institución, los estudiantes, los profesores, los padres de familia, la sociedad en general y las empresas).
- Orientado al trabajo en equipo: Todas las decisiones están basadas en el consenso e incluyen discusión a fondo y tormenta de ideas, ya que todas las acciones que deben tomarse se identifican como parte del proceso. Los individuos ven dónde encajan en la escena completa, consiguiendo de esta manera el trabajo en equipo.
- Orientado hacia la documentación: QFD fuerza el aspecto de la documentación. Uno de los productos del proceso QFD es un documento amplio y completo que reúne todos los datos pertinentes acerca de todos los procesos y cómo estos afectan al cumplimiento de los requisitos del cliente. Este documento cambia constantemente al conocer nueva información y descartar la obsoleta.

Este aspecto en QFD permite observar el ciclo de vida de un producto o servicio, debido a que conserva la información, incidencias, procesos que permiten ser el punto de partida en la toma de decisiones para la ejecución de planes de mejora, entre otros.

- Eficiente en el tiempo: QFD puede reducir el tiempo de desarrollo, porque se centra en requisitos específicos del cliente y claramente identificados. Debido a esto, no se desperdicia tiempo en desarrollar características que tienen poco o nulo valor para el cliente.

Por último, la Calidad presentada a través de la satisfacción de los usuarios refleja también la idea de que la calidad universitaria es una función del nivel en que se satisfacen las necesidades y expectativas de los usuarios, destinatarios o clientes, presentes y potenciales, de la institución universitaria. Es por ello que los deseos o expectativas de los clientes se ven influidas por factores clave que determinan lo que los clientes esperan de un servicio (Parasuraman et al., 1985). (Martha Sofía Carrillo Landazábal, 2010).

### 3 ESTADO DEL ARTE

El término calidad ha logrado consolidarse durante las últimas décadas en las empresas como el resultado o grado de satisfacción adquirido a través de unos procesos que son guiados de manera continua, muchos de ellos aplicando modelos y utilizando herramientas para lograr su objetivo.

La calidad es algo que existe desde la creación del hombre y su afán para conseguir mejorar su calidad de vida; se pueden encontrar muchas definiciones que se adaptan al contexto y necesidad, algunas de ellas, son:

*“grado predecible de uniformidad y dependencia a bajo costo con que se ofrece un satisfactor al mercado.”* W. Edwards Deming.

*“adecuación al uso, según lo juzga el usuario.”* Joseph M. Juran.

*“conformación con los requerimientos del cliente.”* Philip B. Crosby.

*“La completa Satisfacción del cliente.”* Armand V. Feigenbaum.

Las Instituciones de Educación Superior no son ajenas a la adopción de este valor, gracias al fenómeno de globalización que hoy por hoy se siente en todo el mundo; este hecho ha generado niveles de competitividad entre las diferentes universidades, con el ánimo de ser mejores y seguir en el marco de la excelencia. En este contexto, se debe examinar el componente principal que hace que la calidad se alcance, y hace referencia a los contenidos curriculares como medio para responder a las necesidades que se presentan en el entorno, exigiendo que el profesional logre el éxito y nivel de calidad esperado.

En el campo de la educación, la palabra “currículo significa carrera, es decir, que los alumnos se dirigen a un objetivo desarrollando, en el camino de su formación, una serie de potencialidades que les permiten afrontar con criterio una determinada situación. En este sentido, el currículo es el “camino del aprendizaje” y en él concurren todos los elementos del proceso formativo, que van desde la definición de las características de ingreso de un estudiante, pasando por los diferentes escenarios de formación, hasta lograr los perfiles profesional y ocupacional deseados (González Bernal, 2006).

Es necesario precisar lo que se entiende por currículo, y en tal sentido es pertinente decir que debe ser “todo aquello a lo que una institución educativa le concede valor formativo; todo aquello que en una institución se observa como posibilidad de formación es parte del currículo”. En consecuencia, cuando se habla de reforma curricular, no se puede pensar únicamente en los planes de estudio. Desde esta perspectiva, un currículo debe operar teniendo en cuenta tres dimensiones: “Un currículo debe ser traductor, articulador y proyector” (Romero, 2010).

Continuando con las bases que dan pie a este trabajo, se han considerado algunos artículos, relacionados a continuación:

### 3.1 Despliegue de la Función de calidad en los procesos Académicos Universitarios: una Experiencia para la Revisión del Perfil del egresado.

Autores: (Mejias, Manelro, & Cobo, 2011).

Comentario: El artículo habla del perfil y las competencias que debe tener un egresado en la profesión escogida y los actores que influyen en él para alcanzar el éxito y calidad, la cual debe ser guiada por un conjunto de procesos académicos.

Hace mención también de algunos autores y aportes del Despliegue de la Función de Calidad en el ámbito educativo:

- Ermer (1995), quien combina el uso de encuestas de opinión con esta herramienta para entender las necesidades de los clientes, en la Universidad de Wisconsin, (USA).
- Pitman, Motwani, Kumar y Hung (1996), quienes demuestran cómo usar QFD para medir la satisfacción en Instituciones de Educación Superior.
- Houston y Lawrence (1998), quienes lo aplican para identificar oportunidades de mejora en un programa de Gerencia de Calidad, a partir de los datos de los clientes, en la Universidad de Nueva Zelanda.
- Hwarng y Teo (2000,2001), demuestran cómo se puede aplicar esta herramienta para traducir la voz del cliente de educación superior a requerimientos operativos.
- Bier y Cornesky (2001), usan QFD en el diseño curricular como una herramienta para asegurar la determinación de las necesidades de los clientes, al igual que las de acreditación.

Aporte: Este artículo permite conocer la importancia de identificar cuál o cuáles son los elementos involucrados y el nivel de importancia que estos adquieren al aplicar la matriz de calidad, lo cual permite tomar una decisión acerca de los hallazgos encontrados.

El QFD es un instrumento de gestión de la calidad, que ayuda al aseguramiento de las necesidades y que las expectativas sean claramente entendidas, utilizadas en el mejoramiento de un producto o servicio; en otras palabras, es la voz del cliente, en términos de los requisitos del producto o servicio.

### 3.2 Design Methodologies: Industrial and Educational Applications.

Autores: (Tomiyama, Gu, Jin, Lutters, Kind, & Kimura, 2009).

Comentarios: Las altas demandas y avances tecnológicos hacen que sea difícil mantener al cliente satisfecho, por lo que es necesario llevar un control de calidad de cada producto o servicio que se preste; los beneficios que se tiene del QFD son reconocidos por aplicaciones industriales, que son un conjunto de calidad requerida de diversos productos.

La aplicación del despliegue de calidad puede ser diferente, dependiendo de los tipos de productos, como acciones de mejora a un producto existente o para la creación de algo innovador.

Aporte: Este artículo aporta a la investigación grandes ideas; a continuación se hace mención de ellos:

Son diversos los métodos que muestran de diversas maneras la calidad de un producto, como por ejemplo, el Método Taguchi, que tiene por objetivo la mejora de productos o procesos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto; para la evaluación de la calidad del producto se introduce un concepto de función de pérdida. Este método Taguchi se utiliza en combinación con otros enfoques de diseño, como QFD.

Por otro lado, QFD se puede ver como un enfoque de calidad que puede ser combinado con otro tipo de metodologías para la medición de la calidad.

### 3.3 Dynamic Quality Function Deployment in Higher Education

Autores: (Jamali, Aramoon, & Mansoori, 2010)

Comentarios: La calidad es definida en términos de la percepción que tiene el cliente de un producto o servicio; por consiguiente, la mayoría de las metodologías están enfocadas para lograr satisfacer las expectativas y beneficios que debe recibir el cliente.

Este artículo resalta la importancia de la calidad en las instituciones de educación superior, además de recordar que se debe tener trazabilidad con todos los procesos que involucran la eficiencia y eficacia para alcanzar los objetivos y metas.

Aportes: Se identifican los siguientes:

La metodología QFD ha logrado alcanzar una amplia aceptación en los Estados Unidos, como herramienta eficaz para obtener la mayor calidad.

Algunas de las etapas que se pueden observar que tienen en cuenta para la aplicación de QFD, son:

Iniciar desde las necesidades del cliente a las características que se espera o necesita del producto o servicio.

Partir de las características del producto a los requerimientos de diseño.

Y continuar, de los requisitos de diseño a los requerimientos del proceso.

La calidad es considerada por la mayoría de autores como difícil de modelar, ya que hay muchos factores que pueden afectar la percepción de un individuo, donde es difícil aislar los factores causales y sacar conclusiones significativas en cuanto a qué es lo que el cliente quiere.

### 3.4 Orientación del Enfoque de Calidad en Instituciones de Educación Superior: Una Necesidad en Ingeniería

Autores: (Carrillo Landazábal, Pons Murguía, & Villa González del Pino, 2011)

Comentarios: El artículo recalca la importancia de la calidad en las instituciones de educación superior, la cual se evidencia mediante los procesos continuos de autoevaluación que las universidades hoy por hoy realizan, para alcanzar el reconocimiento, más conocido como “Acreditación de Alta Calidad”.

Plantea que una educación de calidad es aquella donde sus contenidos académicos responden a las necesidades que el egresado necesita para desempeñarse como profesional y persona íntegra.

Aportes: El artículo aporta a la investigación grandes ideas; a continuación se mencionan estos aportes.

Antes de iniciar con un plan de mejoramiento (reformas curriculares), crear nuevos programas académicos, se debe realizar un proceso de autoevaluación, involucrando todos los elementos y roles que se encuentran en el contexto (estudiantes, profesores, egresados y empresas), donde sus aportes son de gran importancia para el proceso de calidad.

Se debe considerar que la calidad de la educación superior no solamente es un tema de las instituciones educativas; esto afecta directamente a todo un país, el crecimiento y desarrollo empresarial, ya que estos elementos consideran a las universidades como instituciones para adquirir conocimiento, habilidades y competencias a través de la formación académica de sus profesionales.

### 3.5 Planning and Design of Industrial Engineering Education Quality

Autores: (Köksal & Eđitman, 2003).

Comentarios: La aplicación del despliegue de la función de la calidad en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Oriente (METU), les permitió identificar diferentes factores o indicadores para determinar los requisitos y las necesidades que se tienen en el programa académico, y de esta forma realizar un diagnóstico que permita tomar decisiones que lleven a alcanzar el éxito o planes de mejora propuesto.

Aportes: El artículo aporta a la investigación grandes ideas; a continuación se identifican algunas de ellas:

Se logra identificar los requisitos de las partes interesadas, mostrando cada una de las características que debe tener el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Oriente, como, características de conocimiento general, capacidades personales, y otras características que son importantes para las partes interesadas y que son clasificadas de acuerdo con los distintos grupos interesados.

Otro aporte importante es la manera de descubrir las prioridades por medio de un enfoque basado en el (AHP) el proceso de análisis jerárquico, que es una herramienta que está diseñada para resolver problemas complejos de criterios

múltiples. Este proceso requiere de quien tome las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia que tiene cada uno de los criterios; el resultado del AHP es una jerarquización, con prioridades, que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

La matriz construida después de la implementación de la casa de calidad muestra las conclusiones de los requerimientos de los involucrados que se esperan del sistema de la carrera de Ingeniería Industrial de esta universidad vs los requisitos básicos de un diseño de educación.

### 3.6 QFD application to improve management education at Kimep

**Autores:** (Shamsuddin ahmed; kazakhstan institute of Management; Economics and Strategic Research , 2006)

**Comentarios:** El entorno económico cada vez más cambiante de Kazajstán en medio de la globalización, está teniendo un alto impacto a nivel de todas las entidades dedicadas a los negocios para lograr tener productos de calidad, pero no sólo ellas perciben este cambio, sino también las organizaciones académicas, que día a día se ven obligadas a entregar productos de alta calidad; por lo tanto, la institución debe funcionar de manera eficaz y eficiente, con el fin de mantener esa ventaja comparativa y sostenible en el mercado.

La aplicación de la metodología QFD en la educación superior se clasifica en tres categorías grandes, las cuales son la enseñanza, la eficacia, el diseño curricular y la optimización de recursos en la academia.

**Aportes:** el anterior artículo aporta a la investigación grandes ideas; a continuación se muestran estos aportes.

Las categorías aplicadas para la evaluación y aplicación de la metodología QFD se pueden subdividir en varios ítems, como conocimientos, habilidades y requisitos de las instalaciones educativas.

Los grupos identificados o categorías permiten que haya un enfoque y se clasifiquen de una mejor manera las necesidades de cada uno de los clientes.

Las sugerencias dadas por parte de los grupos involucrados son de gran importancia a la hora de determinar las necesidades que se tienen hacia el producto o servicio, ya con la construcción de la casa de la calidad se organizan esas necesidades, dependiendo de las características grupales. Una vez se termina con la aplicación, se pasa a identificar cuáles son esas características a mejorar y cómo la institución va a trabajar para mejorarlo.

### 3.7 QFD Applications in Education: A Literature Review

Autores: (Karanjekar, Lakhe, & Deshpande, 2013)

Comentarios: La educación superior hoy por hoy ha tomado gran importancia en el desarrollo y competitividad de los países.

Existe una fuerte correlación entre la competitividad de un país y la calidad de la educación superior que se ofrece. Se puede evidenciar que la ventaja corporativa está determinada por el nivel de competencias que se logran adquirir en los profesionales y sus niveles de conocimiento, sin dejar atrás las tecnologías e innovaciones. QFD hace parte de esta estrategia, ya que no es sólo una herramienta técnica, sino también una filosofía gerencial que puede ayudar a mejorar los errores o falencias de una organización y/o administración.

Es importante mencionar que la aplicación de QFD en la educación superior se categoriza en sub categorías, que son las siguientes:

Investigación educativa: es la encargada de mejorar la calidad de la educación y la satisfacción del estudiante; actualmente QFD se utiliza en muchas universidades, sin embargo, se ha encontrado que este método es insuficiente para satisfacer las demandas del tan cambiante entorno educativo.

Gestión de la calidad: QFD puede ser utilizada para traducir las voces de los clientes en las etapas en las operaciones de requisitos, para así determinar las brechas entre la calidad que se percibe y la calidad que se espera como estudiantes o usuarios.

Aportes: el anterior artículo aporta a la investigación grandes ideas; a continuación se mencionan algunos aportes.

La calidad del servicio puede ser vista desde tres perspectivas: como el rendimiento del producto, el comportamiento de ese servicio y el personal proveedor y la actitud de los clientes.

Existen técnicas como SERVQUAL, TQM, CLIOUNing que se utilizan en el sistema de educación superior para la mejora de la calidad; el proceso QFD es una de ellas, compuesta por una serie de actividades para el procesamiento de los valores que el cliente necesita, estos valores pueden modelar directamente lo que el cliente quiere y ayudar a la producción de un producto o la prestación de un servicio.

### 3.8 Designing customer oriented courses and curricula in higher education. A possible model

Autores: (Crisan & Enache, 2011)

Comentarios: La educación superior proporciona infinitos conocimientos y desarrollo de competencias que se aplican a principios científicos en la solución de problemas de la vida real. Con la llegada de la globalización, el aumento de las habilidades y desempeño por competencias son factores que se deben tener en cuenta para el lanzamiento de una oferta académica, donde se garantice el éxito y calidad del producto.

El artículo menciona la importancia de utilizar y aplicar el uso de técnicas y metodologías existentes para los procesos de diseño; se menciona QFD, AMFE análisis morfológicos entre otras.

Aportes: El anterior artículo aporta a la investigación grandes ideas; a continuación se mencionan algunas:

El modelo propuesto es holístico, considerando todos los factores que influyen en el proyecto, se plantea un algoritmo para el diseño de un programa de estudio, que consta de dos etapas, y éstas a su vez incluyen varias fases. A continuación se muestra las fases que intervienen en el diseño del programa.

La Fase 1 está compuesta por: Una fase preliminar, etapa ideal del proyecto, etapa operacional o llamada también etapa/Aplicable.

La Fase 2 está compuesta por: Análisis de requerimientos, análisis de las restricciones existentes, diseño general del curso, ejecución del proyecto, seguimiento de las actividades de enseñanza, análisis de las restricciones existentes, determinación de las estrategias de mejora.

La fase 1 representa los elementos comunes de los programas y cursos de estudio; la fase 2 explora y desarrolla, implementa y determina las estrategias de mejora para cada uno de los cursos. No sólo se utiliza la metodología QFD, sino otras herramientas como, diagramas de PERT, Focus Group, Cuestionarios, entre otros.

### 3.9 Use of Quality Function Deployment Analysis in Curriculum Development of Engineering Education and Models for Curriculum Design and Delivery

Autores: (Jnanesh & Hebbler, 2008)

Comentarios: El plan de estudios de la enseñanza de ingeniería debe ser dinámico por naturaleza. La obsolescencia de la tecnología y no satisfacer las expectativas de los estudiantes se convierte en un riesgo alto para las instituciones. Por lo tanto, la técnica de la gestión moderna QFD, es una de la más adecuada para diseñar y desarrollar un dinámico plan de estudios.

Aportes: el anterior artículo permite evidenciar algunos aportes:

Lo primero que se debe mencionar son los deseos de los clientes, los cuales se identifican y determinan a través de una encuesta; estas necesidades son las necesidades primarias del cliente, y la técnica QFD se utiliza para la identificación de los diversos procedimientos o cómo satisfacer esas necesidades primarias.

Para diseñar y desarrollar el modelo curricular, se recomienda que la universidad o programa tenga en cuenta como entradas: la industria, el desarrollo tecnológico y las necesidades de los involucrados. Esto ayudará a determinar los objetivos y las habilidades que se requieren. La retroalimentación se da a partir de los planes de estudio que ayudarán para el diseño y desarrollo del currículo.

### 3.10 Conclusiones tomadas de los artículos

Todos los artículos resaltan el uso y la importancia de la herramienta QFD. Algunas de ellas, son:

- Es un método para desarrollar un diseño de calidad, dirigido a satisfacer las demandas del cliente.
- Se deben conocer los requerimientos de cada grupo de interés, y de esta manera considerar un proceso analítico y jerárquico (AHP).
- El poder contar con casos reales, no sólo en la industria sino en la academia, permite tener un alto nivel de confiabilidad en los resultados obtenidos.
- El estudio realizado en el plan de estudios del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Wisconsin, deja claro que la

Ingeniería es una profesión dinámica, y QFD se adapta al desarrollo y diseño de planes de estudio en esta profesión.

- Es importante conocer quiénes son los clientes, requerimientos que deben estar presentes en todo el desarrollo y diseño al aplicar QFD (en el caso del currículo, cursos ofrecidos, estos clientes son los estudiantes, profesores, empresarios que contratan los egresados, administrativos, entre otros).

## 4 MARCO METODOLOGICO

Es importante resaltar que la metodología CDIO se ha venido desarrollando en diferentes universidades, las cuales han tomado la decisión de plantear reformas curriculares y planes de estudio de las carreras de ingeniería, como también en la elaboración de nuevos currículos. CDIO busca estructurar los currículos de los profesionales en ingeniería, orientándolos hacia una formación por competencias, habilidades y destrezas, que permitan formar profesionales con éxito en el contexto en el cual se desempeñen.

Por consiguiente, es oportuno mencionar que la razón primordial de la elaboración de este documento es el análisis, diseño y gestión de currículos para programas de ingeniería utilizando la metodología QFD y su herramienta de la casa de calidad, la cual permite diagnosticar acciones y correctivos que se deben realizar para alcanzar un servicio, en este caso conocer el comportamiento de un currículo de ingeniería, evaluando algunas de las necesidades planteadas por el cliente, que dan pie a la toma de decisiones.

Expuesto lo anterior como punto de partida y desarrollo de la propuesta, se toma el modelo CDIO, cuyo objetivo se enfoca en la elaboración de currículos de Ingeniería.

Esta iniciativa pretende proporcionar a los alumnos una formación que ponga énfasis en los fundamentos de la ingeniería, enmarcándolos en el contexto de Concebir-Diseñar-Implementar-Operar sistemas, productos y servicios del mundo real. La Iniciativa CDIO tiene tres objetivos generales, formar alumnos que sean capaces, de:

1. Dominar un profundo conocimiento operativo de los fundamentos técnicos.
2. Ser líderes en la creación y la operación de nuevos productos y sistemas.
3. Comprender la importancia y el impacto estratégico de la investigación y del desarrollo tecnológico en la sociedad.

### 4.1 Los Estándares CDIO

En enero del año 2004, la Iniciativa CDIO adoptó 12 estándares para describir los programas CDIO. Estos principios se definieron a modo de respuesta para satisfacer las inquietudes manifestadas por directores de programas de ingeniería, ex-alumnos y socios vinculados a la industria, que querían saber cómo pueden reconocerse los programas CDIO y a los egresados de éstos. Y

así, como resultado, los estándares CDIO definen los rasgos que permiten distinguir un programa CDIO, los cuales sirven como directrices para la reforma y la evaluación de programas educacionales, generan puntos de referencia y metas que pueden aplicarse internacionalmente, y proporcionan un marco para la mejora continua. Estos estándares también pueden ser usados como marco de referencia a efectos de certificación. (Poblete, 2013).

- Estándar 1 – El Contexto
- Estándar 2 – Resultados de Aprendizaje
- Estándar 3 - Currículum Integrado
- Estándar 4 – Introducción a la Ingeniería
- Estándar 5 – Experiencias de Diseño-Implementación
- Estándar 6 – Espacios de Trabajo
- Estándar 7 – Experiencias de Aprendizaje Integrado
- Estándar 8 – Aprendizaje Activo
- Estándar 9 – Fortalecimiento de la Competencia de los Académicos
- Estándar 10 -- Fortalecimiento de la Competencia Docente de los Académicos
- Estándar 11 – Evaluación del Aprendizaje
- Estándar 12 – Evaluación del Programa

Los 12 estándares CDIO abordan:

- La filosofía del programa
- El desarrollo del currículum
- las experiencias de diseño-implementación y los espacios de trabajo
- Los métodos de enseñanza y aprendizaje
- el desarrollo docente
- La evaluación

A continuación, se presentan los estándares con su respectiva descripción, fundamentación y rúbrica.

**Descripción:** La descripción define en detalle el significado del estándar y explica algunos términos importantes.

**Fundamentación:** La fundamentación orienta en notoriedad las razones para la adopción del estándar. Estas razones se basan en investigaciones procedentes del ámbito de la educación y en las experiencias prácticas llevadas a cabo en

los ámbitos de la ingeniería y la educación superior que han tenido los mejores resultados. La fundamentación explica en qué aspectos ese estándar en particular hace que el enfoque CDIO sea diferente a otros intentos de reforma educacional.

**Rúbrica:** Una rúbrica es una pauta o guía de puntuación que pretende evaluar niveles de desempeño. La rúbrica de los Estándares CDIO es una escala de calificación de seis puntos, que se usa para medir el nivel de cumplimiento del estándar. Los criterios de cada nivel se basan en la descripción y la fundamentación del estándar. La rúbrica hace hincapié en la naturaleza de las diversas evidencias que indican cumplimiento en cada nivel. Las rúbricas que se presentan en este documento son jerárquicas, es decir, que cada nivel sucesivo incluye los niveles anteriores o más bajos. Por ejemplo, el Nivel 5, que apunta al “proceso continuo de mejora”, supone que el Nivel 4 ya ha sido alcanzado.

### La filosofía del programa

Tabla 1. Estándar 1. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 1 (El Contexto)</b>	Descripción	Adopción del principio de que el desarrollo y la utilización –Concebir, Diseñar, Implementar y Operar– del ciclo vital completo de productos, procesos y sistemas constituyen el contexto necesario para la formación en ingeniería.	
	Fundamentación	Los ingenieros que recién comienzan su desarrollo profesional deberían ser capaces de Concebir-Diseñar-Implementar-Operar complejos productos, procesos y sistemas de ingeniería con valor añadido, y de hacerlo en entornos modernos de trabajo, basados en equipos.	
	Rúbrica	5	Los grupos de evaluación reconocen la existencia de la metodología CDIO, y usan este principio como guía para la mejora continua.
		4	Existen evidencias documentadas de que el principio CDIO está dado para el contexto de los programas de ingeniería.
		3	CDIO ha sido adoptado como el contexto para el programa de ingeniería.
		2	Existe un plan explícito de transición al contexto CDIO.
		1	Se reconoce la necesidad de adoptar el principio de que CDIO en el contexto del programa de ingeniería.
0	No existe ningún plan para adoptar el principio de CDIO como contexto adecuado para la formación en ingeniería que CDIO.		

### El desarrollo del currículum

Tabla 2. Estándar 2. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 2 (Resultados de Aprendizaje)</b>	Descripción	Resultados de aprendizajes específicos y detallados, referidos a habilidades personales e interpersonales y a habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas, así como al conocimiento de la disciplina, consistentes con los objetivos del programa y validados por todos los actores del programa.	
	Fundamentación	Establecer resultados de aprendizaje específicos contribuye a la tarea de asegurar que los estudiantes adquieran una base apropiada para su futuro.	
	Rúbrica	5	Los grupos de evaluación revisan y actualizan regularmente los resultados de aprendizaje del programa, de acuerdo con los cambios en las necesidades de los grupos interesados.
		4	Los resultados de aprendizaje del programa están alineados con la misión y la visión institucionales.
		3	Los resultados de aprendizaje del programa han sido validados con los principales grupos interesados.
		2	Se ha establecido un plan para incorporar enunciados explícitos de resultados de aprendizaje.
		1	Se reconoce la necesidad de crear o modificar los resultados de aprendizaje.
0	No existen resultados de aprendizaje explícitos.		

Tabla 3. Estándar 3. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 3 (Currículum Integrado)</b>	Descripción	Un currículum diseñado de manera que los cursos disciplinarios se apoyen unos en otros y en el que existe un plan explícito para integrar las habilidades personales e interpersonales y las habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas.	
	Fundamentación	La enseñanza de habilidades personales, interpersonales, profesionales y de construcción de productos, procesos y sistemas no debería considerarse como un añadido a un currículum que ya estaba completo, sino como una parte integral de éste.	
	Rúbrica	5	Los actores principales del programa revisan de manera regular el currículum integrado.
		4	Existen evidencias de que las habilidades personales, interpersonales, y de construcción de productos, procesos y sistemas se abordan en todos los cursos responsables de su implementación.
		3	Procesos y sistemas están integrados en uno o más años del currículum.
		2	Las partes interesadas han aprobado un plan curricular que integra el aprendizaje de la disciplina y las habilidades personales, interpersonales.
		1	Se reconoce la necesidad de analizar el currículum y se está estableciendo una correspondencia inicial entre resultados de aprendizaje disciplinarios y habilidades.
0	En el programa no existen integración de habilidades ni disciplinas que se apoyen unas en otras.		

Tabla 4. Estándar 4. . Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 4 (Introducción a la Ingeniería)</b>	Descripción	Un curso introductorio que proporciona el marco para la práctica de la ingeniería en la construcción de productos, procesos y servicios y que introduce las habilidades personales e interpersonales básicas.	
	Fundamentación	Los cursos introductorios tienen como objetivo estimular el interés de los estudiantes y reforzar su motivación por el campo de la ingeniería mediante el énfasis.	
	Rúbrica	5	El curso introductorio es evaluado y revisado regularmente.
		4	Existen evidencias documentadas de que los estudiantes han logrado los resultados de aprendizaje esperados del curso introductorio.
		3	Se ha implementado un curso introductorio que incluye experiencias de aprendizaje de ingeniería.
		2	Se ha aprobado un plan para implementar un curso de Introducción a la Ingeniería.
		1	Se reconoce la necesidad de un curso introductorio que proporcione el marco para la práctica de la ingeniería.
0	No existe ningún curso de Introducción a la Ingeniería que proporcione un marco para la práctica.		

### Las experiencias de diseño-implementación y los espacios de trabajo

Tabla 5. Estándar. Adaptado de: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 5 (Experiencias de Diseño-Implementación)</b>	Descripción	Un currículum que contiene dos o más experiencias de diseño-implementación –al menos, una en un nivel básico y otra en un nivel avanzado	
	Fundamentación	Los ingenieros que recién comienzan su desarrollo profesional deberían ser capaces de Concebir-Diseñar-Implementar-Operar complejos productos, procesos y sistemas de ingeniería con valor añadido, y de hacerlo en entornos modernos de trabajo, basados en equipos.	
	Rúbrica	5	Las experiencias de diseño-implementación son evaluadas y revisadas regularmente, basándose en la retroalimentación.
		4	Existen evidencias documentadas de que los estudiantes han logrado los resultados de aprendizaje esperados.
		3	Se están implementando, al menos, dos experiencias de diseño-implementación de complejidad creciente.
		2	Existe un plan para desarrollar una experiencia de diseño-implementación en un nivel básico y en un nivel avanzado.
		1	Se ha llevado a cabo un análisis de necesidades para identificar cuáles son las instancias más oportunas para incluir experiencias de diseño-implementación en el currículum.
0	No existen experiencias de diseño-implementación en el programa de ingeniería.		

Tabla 6. Estándar 6. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 6 (Espacios de Trabajo )</b>	Descripción	Los espacios de trabajo propios de la ingeniería, talleres y laboratorios que apoyan y estimulan el aprendizaje práctico de la construcción de productos, procesos y sistemas, el conocimiento disciplinario y el aprendizaje social.	
	Fundamentación	Los talleres y otros espacios de trabajo que apoyan y estimulan el aprendizaje práctico son recursos fundamentales para aprender a diseñar, implementar y operar productos, procesos y sistemas.	
	Rúbrica	5	Los grupos de evaluación revisan de manera regular la efectividad y el impacto de los espacios de trabajo.
		4	Los espacios de trabajo propios de la ingeniería apoyan y estimulan plenamente todos los aspectos del aprendizaje práctico.
		3	Se están implementando los planes y algunos espacios, nuevos o remodelados.
		2	Los organismos competentes han aprobado los planes para remodelar o construir espacios de trabajo y talleres de ingeniería adicionales.
		1	Se reconoce la necesidad de contar con espacios de trabajo y talleres de ingeniería.
0	Los espacios de trabajo o talleres son inadecuados o insuficientes para apoyar y fomentar las habilidades prácticas y el aprendizaje social.		

### Los métodos de enseñanza y aprendizaje

Tabla 7. Estándar 7. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 7 (Experiencias de Aprendizaje Integrado)</b>	Descripción	Experiencias de aprendizaje integrado que conducen a la adquisición de conocimientos disciplinarios, de habilidades personales e interpersonales y también de habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas.	
	Fundamentación	Con las experiencias de aprendizaje integrado, los académicos pueden ser más efectivos en su tarea de ayudar a los estudiantes a aplicar el conocimiento disciplinario a la práctica de la ingeniería.	
	Rúbrica	5	Se evalúa y revisa de manera regular la integración de resultados de aprendizaje.
		4	Existen evidencias del impacto de las experiencias de aprendizaje integrado a lo largo del currículum.
		3	Se están implementando experiencias de aprendizaje integrado.
		2	Se han aprobado programas de curso que incluyen resultados de aprendizaje y actividades que unen habilidades personales e interpersonales con conocimientos de la disciplina.
		1	Los programas de los cursos han sido revisados a la luz de la planificación del currículum integrado.
0	No existen evidencias de aprendizaje integrado de disciplinas y habilidades.		

Tabla 8. Estándar 8. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 8 (Aprendizaje Activo)</b>	Descripción	Enseñanza y aprendizaje basados en métodos de aprendizaje activo y experiencial.	
	Fundamentación	Con los métodos de aprendizaje activo, los profesores pueden ayudar a sus alumnos a establecer conexiones entre conceptos clave y facilitar la aplicación de este conocimiento a nuevos escenarios.	
	Rúbrica	5	Los grupos de evaluación revisan de manera regular el impacto de los métodos de aprendizaje activo.
		4	Existen evidencias documentadas del impacto de los métodos de aprendizaje activo.
		3	Los métodos de aprendizaje activo se están implementando.
		2	Existe un plan para incluir los métodos de aprendizaje activo.
		1	Existe conciencia de los beneficios del aprendizaje activo y está en proceso la revisión y comparación de los métodos de aprendizaje activo.
0		No existen evidencias de métodos de aprendizaje activo y experiencial.	

### El desarrollo docente

Tabla 9. Estándar 9. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 9 (Fortalecimiento de la Competencia de los Académicos)</b>	Descripción	Acciones que fortalecen la competencia de los académicos en habilidades personales e interpersonales y en habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas.	
	Fundamentación	Los profesores de ingeniería suelen ser expertos en la investigación y en la base de conocimiento de sus respectivas disciplinas, pero también suelen tener una experiencia bastante limitada en el ejercicio de la ingeniería.	
	Rúbrica	5	La competencia de los académicos en habilidades personales, interpersonales y de construcción de productos, procesos y sistemas se evalúa regularmente y se actualiza cuando es necesario.
		4	Existen evidencias de que el cuerpo académico es competente en habilidades personales.
		3	Los miembros del cuerpo académico participan en actividades de desarrollo docente que se enfocan en habilidades personales.
		2	Existe un plan sistemático de desarrollo docente en habilidades personales.
		1	Se han llevado a cabo un análisis de necesidades y un estudio evaluativo de las competencias de los académicos.
0		No existen programas o prácticas que fortalezcan las competencias de los académicos en habilidades personales.	

Tabla 10. Estándar 10. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 10 (Fortalecimiento de la Competencia Docente de los Académicos)</b>	Descripción	Acciones que fortalecen la competencia de los académicos para ofrecer experiencias de aprendizaje integrado, usar métodos de aprendizaje activo y experiencial, y evaluar el aprendizaje de sus alumnos.	
	Fundamentación	Si se pretende que los académicos enseñen y evalúen de una manera diferente, nueva, como se describe en los Estándares 7, 8 y 11, es necesario que se les proporcionen oportunidades de desarrollar y mejorar estas competencias.	
	Rúbrica	5	La competencia de los académicos en métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación se revisa regularmente y se actualiza cuando es necesario.
		4	Existen evidencias documentadas de que el cuerpo de académicos es competente en métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.
		3	Los miembros del cuerpo académico participan en actividades de desarrollo docente que se enfocan en métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.
		2	Existe un plan sistemático de desarrollo docente en métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.
		1	Se han llevado a cabo un análisis de necesidades y un estudio evaluativo de las competencias docentes de los académicos.
0		No existen programas o prácticas que fortalezcan las competencias docentes de los académicos.	

### La evaluación

Tabla 11. Estándar 11. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 11 (Evaluación del Aprendizaje)</b>	Descripción	Evaluación del aprendizaje de los alumnos tanto en habilidades personales, interpersonales y de construcción de productos, procesos y sistemas como en conocimientos disciplinarios.	
	Fundamentación	El uso de métodos de evaluación variados se adapta a una gama más amplia de estilos de aprendizaje y, además, aumenta la confiabilidad y la validez de los datos de la evaluación. Como resultado de lo anterior, se podrá determinar el logro que los alumnos han alcanzado en cada resultado de aprendizaje con una mayor confianza y seguridad	
	Rúbrica	5	Los grupos de evaluación revisan de manera regular el uso de los métodos de evaluación del aprendizaje y elaboran recomendaciones para la mejora continua.
		4	Los métodos de evaluación del aprendizaje se utilizan de manera efectiva en los cursos a lo largo del currículum.
		3	Los métodos de evaluación del aprendizaje se han implementado a lo largo del currículum.
		2	Existe un plan para incorporar los métodos de evaluación del aprendizaje a lo largo del currículum.
		1	Se reconoce la necesidad de mejorar los métodos de evaluación del aprendizaje.
0		Los métodos de evaluación del aprendizaje son inadecuados o insuficientes.	

Tabla 12. Estándar 12. Adaptado De: Poblete, Patricio (2013).

<b>Estándar 12 (Evaluación del Programa)</b>	Descripción	Un sistema que evalúa el programa completo usando estos doce estándares como puntos de referencia y comparación y que entrega retroalimentación a los alumnos, a los académicos y a otros actores involucrados, con el objetivo de seguir mejorando de manera continua		
	Fundamentación	Una de las funciones clave de la evaluación del programa es determinar la efectividad y la eficiencia del programa en su consecución de los objetivos deseados.		
	Rúbrica		5	La mejora continua y sistemática se basa en los resultados de la evaluación del programa, procedentes de fuentes variadas y reunidos mediante múltiples métodos.
			4	Los métodos de evaluación del programa se usan de manera efectiva por parte de todos los grupos interesados.
			3	Se están implementando los métodos de evaluación del programa en la totalidad de éste.
			2	Existe un plan para llevar a cabo la evaluación del programa.
			1	Se reconoce la necesidad de evaluar el programa y se está realizando una revisión y comparación de los métodos de evaluación.
0			La evaluación del programa es inadecuada o inconsistente.	

Por consiguiente, y dando paso al planteamiento del modelo de la investigación, se propone la operacionalización del modelo CDIO, a partir de la metodología QFD.

#### 4.2 Planteamiento del Modelo.

En esta sección se exponen los elementos y datos necesarios para analizar y alcanzar el logro de los objetivos propuestos en la investigación, así como la descripción de los métodos y técnicas que permitirán obtener dicha información.

Las etapas para alcanzar los objetivos, son:

##### 4.2.1 Análisis:

En esta fase se tomó como referente el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío, en Armenia.

El uso y aplicación de la metodología QFD en la fase de análisis permitió identificar quiénes son los directamente interesados en la organización académica.

Partiendo de esta premisa, la base de los participantes e interesados en el desarrollo de la estrategia para lograr el objetivo de esta propuesta, corresponde a la muestra de algunos profesores, estudiantes y egresados que tienen relación con el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación. Una vez se identificaron los interesados, se les solicitó responder una encuesta, con el fin de verificar si el currículo satisface y alcanza los objetivos (véase Tabla 1). El número de personas encuestadas fueron un total de 30, distribuidos de la siguiente forma: 8 profesores que actualmente pertenecen al programa, un grupo de 12 estudiantes de diferentes semestres académicos y 10 egresados del programa, esta selección se hizo de forma voluntaria.

Para la elaboración de la encuesta, se tiene en cuenta el uso de la técnica de diagrama de árbol, que permite identificar de forma cualitativa una serie de soluciones a las preguntas, indicando ¿Cómo Hacerlo?, ¿Qué decido? y la aplicación de la herramienta de la casa de calidad, que permite conocer la correlación y grado de importancia de cada uno de los interrogantes.

La formulación de las preguntas están orientadas bajo el estándar 2 del CDIO “Resultados del aprendizaje”, se toma este estándar y no otro, debido a que el caso de estudio relacionado está orientado a un programa de Ingeniería de Sistemas que no utilizó la metodología CDIO para la elaboración de la reforma curricular, pero sin embargo permite evaluar algunos aspectos que deben estar presente en una estructura curricular; el estándar 2 hace una descripción que permite evaluar los resultados de aprendizaje específicos y detallados referidos a habilidades personales e interpersonales, al igual que los conocimientos de la disciplina, consistentes con los objetivos del programa y validados por los actores del programa.

Es importante tener en cuenta que dicha metodología se puede adaptar a cualquier currículo, sin tener que implementar todos sus estándares.

Por consiguiente, el origen y el tipo de investigación son de carácter exploratorio y cualitativo, basado en las necesidades del cliente.

*Tabla 13. Identificación de clientes*

*Fuente: Elaboración propia*

CLIENTE INTERNOS	CLIENTES EXTERNOS
Profesores: Facilitadores del conocimiento, comprometidos con la formación profesional de los estudiantes.	Empleadores: Sector del contexto donde se encuentran vinculados profesionales en Ingeniería de Sistemas.

---

Estudiantes: personas matriculadas.

Estudiantes: Egresados de la carrera profesional

---

Con la tabla anterior, se pueden identificar en términos de calidad las siguientes palabras claves, que permiten determinar la importancia de los diferentes grupos de interesados en el proceso.

Los términos encontrados para identificar la necesidad del cliente y su importancia, son:

- **Cliente:** Persona o grupo de personas que se beneficia de un servicio ofrecido.
- **Servicio:** producto ofrecido que satisface una necesidad.
- **Agente:** Persona o empresa que provee o abastece de algo necesario para alcanzar una meta, producto o nivel de satisfacción.

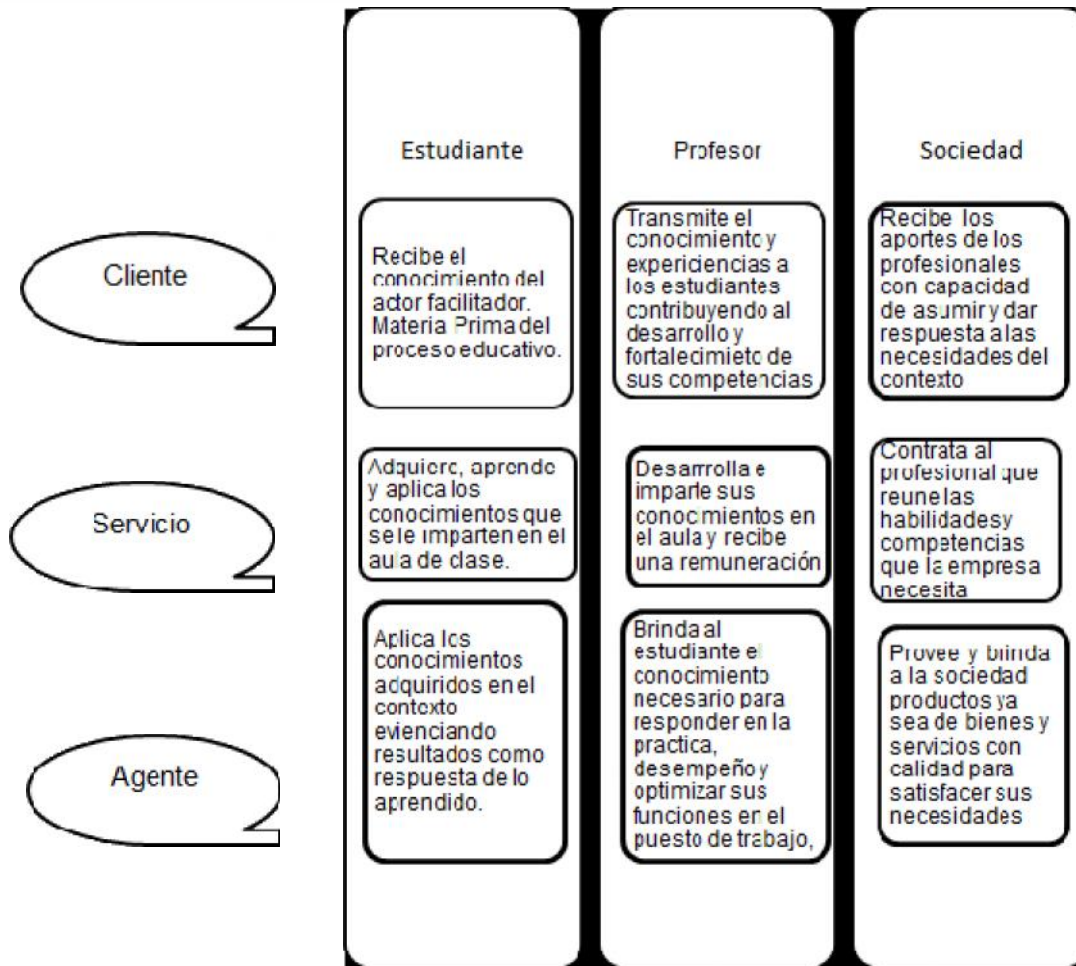


Figura 6. Relación de los involucrados.

Fuente: Elaboración propia

Es importante recordar que la correcta identificación de los interesados permitirá alcanzar un análisis y diseño más claro de la metodología que se debe seguir, lo que conlleva a establecer requisitos de calidad, los cuales deben ser entendidos como las necesidades de los clientes, que para este caso sería establecer de forma clara las siguiente preguntas.

¿Qué se debe enseñar en la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas? La respuesta permite plantear de forma, cuál es el objetivo u objetivos y cómo se pueden lograr.

¿Cuándo se deben enseñar? Se debe tener en cuenta que dichos objetivos deben ser medibles y observables, sin olvidar que deben llevar un orden para que se pueda alcanzar lo planteado.

¿Cómo se debe enseñar? Una vez conocidos los objetivos, se debe planificar y crear estrategias que permitan desarrollar y ejecutar las actividades reconocidas en los objetivos.

¿Qué, cómo y cuándo evaluar? Es vital realizar un control y seguimiento que permita evaluar y emitir un criterio de juicio, con base en el alcance.

#### 4.2.2 Casa de la calidad (HOQ).

Es considerada el elemento más importante para el desarrollo de la metodología; el objetivo principal es relacionar los requerimientos importantes del producto o servicio, con sus características técnicas y las necesidades del cliente, más conocidas como la voz del cliente.

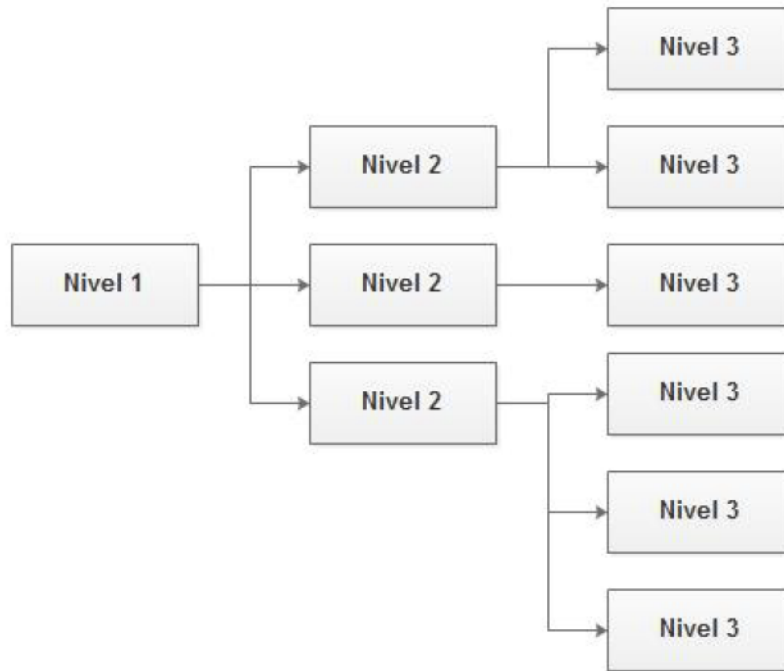
#### 4.2.3 Diagrama de Árbol.

El diagrama de árbol es una herramienta que permite identificar las ideas principales para dar solución al problema planteando. El alcance de esta herramienta consiste en lograr identificar los niveles de acción, de mayor nivel hacia los niveles medios, realizando comparaciones y dando una priorización de las necesidades y el grado de importancia en la solución.

Los pasos a seguir, son:

- Identificar el objetivo principal, que se ubicará en el extremo izquierdo del diagrama.
- Identificar los niveles primarios: Este nivel conduce directamente al objetivo.
- Identificar los niveles secundarios: Se deben colocar en otra escala, con respecto a los niveles primarios, que se han convertido en el camino al logro del objetivo o meta. Cuando sean identificados, se deben ubicar en una tercera columna.
- Se continúa identificando niveles medios de orden superior y se van ubicando en la tercera o cuarta columna.

- Revisar el diagrama para garantizar que la secuencia de los niveles en consecución de la meta sea la correcta. (Ver figura 7). Esquema del diagrama del árbol.



*Figura 7. Diagrama de árbol  
Fuente: Elaboración propia*

#### 4.2.4 Matriz de relación

Los requisitos de calidad que se deben satisfacer se establecen según el plan de estudios del modelo CDIO y la taxonomía que éste define.

- El conocimiento técnico y el razonamiento.
- Habilidades personales y profesionales.
- Habilidades interpersonales.

El syllabus CDIO examina el contenido y la estructura del plan de estudios. Fue escrito para que el modelo educativo CDIO sea más explícito y consistente con los estándares.

		El Contexto	Resultados de Aprendizaje	Curriculum Integrado	Introducción a la Ingeniería	Experiencias de Diseño-Implementación	Espacios de Trabajo	Experiencias de Aprendizaje Integrado	Aprendizaje Activo	Fortalecimiento de la Competencia de los Académicos	Fortalecimiento de la Competencia Docente de los Académicos	Evaluación del Aprendizaje	Evaluación del Programa	Número de la fila	peso de la fila	peso absoluto
El conocimiento técnico y el razonamiento	conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas															
	conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería															
	conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería															
Habilidades personales y profesionales	razonamiento analítico y resolución de problemas															
	experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento															
	actitudes, pensamiento y aprendizaje															
Habilidades interpersonales	ética, equidad y otras responsabilidades															
	trabajo en equipo															
	Comunicaciones															
	comunicaciones en idiomas extranjeros															
Número de la Columna																
importancia																
peso de la columna																

Figura 8. Matriz de relaciones  
Fuente: Elaboración propia

Esta matriz permite generar la relación de los QUE`s y COMO`s, mencionados anteriormente.

### 4.3 Diseño y Desarrollo

A nivel mundial se ha dado credibilidad a la aplicación de la metodología QFD y el uso de la herramienta de la casa de calidad. El sistema educativo no ha sido ajeno a dicho reconocimiento, como estrategia en sus planes de mejora. Se puede mencionar la Universidad de Wisconsin (USA), la universidad de Carabobo en Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Universidad Católica del Perú, entre otras, también se reconoce la importancia del uso de esta metodología en proyectos y tesis de grado que buscan medir, plantear, evaluar y mejorar un producto o un servicio.

Por consiguiente, el diseño y desarrollo de esta fase se realizó con los resultados obtenidos en la fase de Análisis, interpretando el nivel de importancia del estudio que se plantea y la utilización de las herramientas propuestas para la aplicación de la metodología, lo que permitió crear la matriz de la casa de calidad.

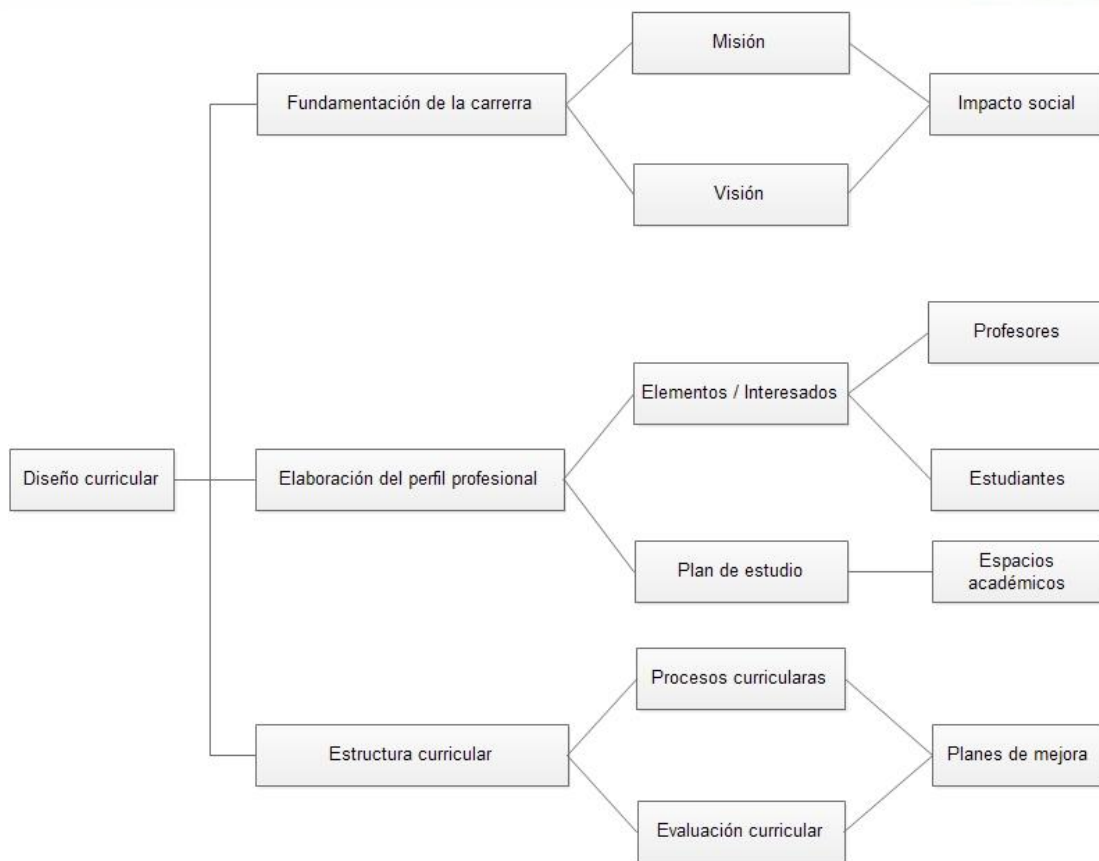


Figura 9. Diagrama diseño curricular  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1 Requisitos de calidad.

Los requisitos de calidad permiten identificar Cómo se debe dar respuesta a los QUÉs, considerando a su vez que éstos deben ser medibles, bien sea de forma cualitativa o cuantitativa.

Los QUES identifican cuando se realiza el desarrollo de la matriz convencional, los cuales se reflejan en los requisitos de calidad tomados del Syllabus y de esta manera evaluar el resultado que se espera.

A continuación se hace una relación de los requisitos de calidad con los resultados que se esperan, para tomar decisiones o planes de mejoras, tomando como referente los requisitos de calidad del syllabus - CDIO (véase Tabla 2).

Tabla 14. Requisitos de calidad del SYLLABUS-CDIO

Requisito de Calidad	Resultados que se esperan
<p>El conocimiento técnico y el razonamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas</li> <li>• Conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería</li> <li>• Conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería.</li> </ul>	<p>Los ingenieros que recién comienzan su desarrollo profesional deberían ser capaces de Concebir, Diseñar, Implementar, Operar complejos productos, procesos y sistemas de ingeniería con valor añadido, en entornos modernos de trabajo.</p>
<p>Habilidades personales y profesionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razonamiento analítico y resolución de problemas.</li> <li>• Experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento.</li> <li>• Actitudes, pensamiento y aprendizaje.</li> <li>• Ética, equidad y otras responsabilidades.</li> </ul>	<p>Establecer resultados de aprendizaje específicos que contribuirá a la tarea de asegurar que los estudiantes adquieran una base apropiada para su futuro. Además, diversas organizaciones profesionales de ingenieros y representantes de la industria han identificado los atributos clave que se esperan de los ingenieros que comienzan su carrera.</p> <p>Apuntan al desarrollo afectivo y cognitivo de los estudiantes, por ejemplo, el razonamiento propio de la ingeniería y la resolución de problemas, la experimentación y el descubrimiento del conocimiento, el pensamiento sistémico, el pensamiento creativo, el pensamiento crítico y la ética profesional.</p>

---

Habilidades interpersonales:	Apuntar a las interacciones personales y grupales, tales como el trabajo en equipo, el liderazgo, la comunicación en la lengua propia y la comunicación en lenguas extranjeras. Las habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas
<ul style="list-style-type: none"><li>• trabajo en equipo</li><li>• Comunicaciones</li><li>• comunicaciones en idiomas extranjeros</li></ul>	
	El uso de métodos de evaluación variados se adapta a una gama más amplia de estilos de aprendizaje y, además, aumenta la confiabilidad y la validez de los datos de la evaluación. Como resultado de lo anterior, se podrá determinar el logro que los alumnos han alcanzado en cada resultado de aprendizaje con una mayor confianza y seguridad.

---

#### 4.3.2 Modelo de encuesta. Determinación del grado de importancia general de los requisitos de calidad (G).

La encuesta está dirigida a profesores, estudiantes y egresados del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío.

Los tres grupos representativos que dieron lugar al proceso de selección para contestar la encuesta estuvieron distribuidos así:

- Una muestra de 12 estudiantes de diferentes semestres de la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación.
- Una muestra de 8 profesores adscritos al programa de Ingeniería de Sistemas y Computación.
- En el caso de los egresados, se tomó una muestra de 10 egresados que tuvieran como máximo 3 años de finalización de la carrera, en el cual la mitad de estos contestaron la encuesta.

## ENCUESTA PARA ANALISIS, DISEÑO Y GESTIÓN DE UN CURRÍCULO EN LA CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS

### Información General

Nombre completo: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Nivel de escolaridad: \_\_\_\_\_

Institución a la que pertenece: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

### Objetivo.

Examinar la estructura y el contenido del plan de estudios del programa Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío, de acuerdo con lo que define el syllabus CDIO en los objetivos del conocimiento técnico y el razonamiento, habilidades personales y profesionales, habilidades interpersonales y el Concebir, Diseñar, Implementar y Operar sistemas en contexto.

### Rúbrica de evaluación.

Para el caso de estudio se tomó el estándar 2 “Resultados de aprendizaje”.

Resultados de aprendizaje específicos y detallados para habilidades personales e interpersonales, y habilidades de construcción de producto, proceso y sistema, así como conocimiento de la disciplina, consistentes con los objetivos del plan de estudio y validos por las partes interesadas en éste. (Martínez, Muñoz, Cárdenas, Cepeda. 2013).

Por consiguiente, está dirigida a estudiantes, egresados y profesores, ya que el factor que se toma está dirigido propiamente al plan de estudio del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío.

Es importante mencionar que el programa no tiene implementado su currículo ni plan de estudio bajo la metodología CDIO, es por tal motivo que sólo se evalúa con dicho estándar.

Escala      Criterios

5	Grupos de evaluación revisan periódicamente los resultados de aprendizaje del plan de estudios, basándose en posibles cambios en las necesidades de las partes interesadas.
4	Los resultados de aprendizaje del plan de estudios están alineados con la visión y misión institucionales y se han fijado niveles de competencia para cada resultado.

3	Los resultados de aprendizaje del plan de estudios son válidos con partes interesadas claves, tales como profesores, alumnos, exalumnos y representantes de la industria.
2	Se establece un plan para incorporar declaraciones explícitas de los resultados de aprendizaje del plan de estudios.
1	Se reconoce la necesidad de crear o modificar los resultados de aprendizaje del plan de estudios, y se inicia dicho proceso.
0	No existe resultado de aprendizaje explícito del plan de estudios que cubran conocimientos, habilidades personales e interpersonales, y de construcción de producto, proceso y sistema.

**Encuesta.**

Marque con una (X) en la casilla correspondiente a 1\_2\_3\_4\_5, con base en el criterio de evaluación presentado anteriormente.

REQUISITO DE CALIDAD	ALCANCE	0	1	2	3	4	5
<b>El conocimiento técnico y el razonamiento</b>							
1. Conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas	¿El programa cuenta con los fundamentos de la ciencia de ingeniería: Matemáticas (incluyendo estadísticas), ciencias físicas y de la vida Tecnología de la Información?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería	¿Se cuenta con la comprensión básica del contexto en el que se practica la ingeniería: Economía (incluidas las prácticas de negocio), Historia, el medio ambiente, al cliente y necesidades de la sociedad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<p>3. conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería</p>	<p>¿El programa enfatiza en adquirir conocimientos de razonamiento cualitativo y cuantitativo que generen capacidad de manejar complejidad y ambigüedad?</p>	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5			
<p>Habilidades personales y profesionales</p>								
<p>1. Razonamiento analítico y resolución de problemas.</p>	<p>¿Se entiende el método científico y otros métodos de investigación y por lo tanto es capaz de obtener, evaluar y utilizar la información para plantear y resolver complejos problemas en la vida y el trabajo?</p>	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5			
<p>2. Experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento.</p>	<p>¿Se oferta y facilita recursos que permitan desarrollar el razonamiento crítico y racional con bases sólidas de conocimientos en un campo elegido y alcanzado cierta profundidad y experiencia de la práctica en el mismo?</p>	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5			
<p>3. Actitudes, pensamiento y</p>	<p>¿Se establecen mecanismos que</p>	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5			

aprendizaje	estimulen la capacidad de pensar de forma crítica y creativa, con independencia y cooperación que motiven hacia el continuo aprendizaje y la curiosidad intelectual?							
4. Ética, equidad y otras responsabilidades.	¿Se interesa en la formación integral del ser humano, su conocimiento, comprensión, cultura y valores, con un fuerte sentido de juicio, para pensar críticamente sobre cuestiones morales y éticas?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5			
<b>Habilidades interpersonales</b>								
1. trabajo en equipo	¿Se difunde y se crea la importancia del trabajo en equipos multidisciplinarios?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5			
2. Comunicaciones	¿Se puede identificar el dominio de las habilidades de comunicación y expresión?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5			
	¿Se manifiesta interés por el	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	5
0	1	2	3	4	5			

3. comunicaciones en idiomas extranjeros	dominio del idioma extranjero?
--	--------------------------------

## 5 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.

Para el despliegue de la metodología QFD se utiliza la matriz de casa de calidad; ésta a su vez contiene otras matrices que se relacionan entre sí. La figura 10 ilustra un bosquejo de la casa de calidad, donde se enumeran ordenadamente los diferentes sectores. A continuación se explica cómo se debe proceder a desarrollar estos sectores.

### 5.1 Primer sector.

En este sector se ubican, en filas, los requisitos de calidad de los clientes o usuarios que se deben satisfacer, en la mejora o creación del nuevo producto o servicio. Estos requisitos de calidad son denominados los QUE's. Corresponde a los criterios de calidad dados por el syllabus de CDIO.

### 5.2 Segundo sector.

Teniendo en cuenta las calificaciones de los requisitos de calidad, obtenidas en las encuestas realizadas a los stakeholders, se realiza la evaluación de las siguientes características:

- **Grado de importancia General (G):** es el valor atribuido a la importancia de los requisitos de calidad, que asignan los stakeholders en la encuesta. Los resultados se promedian para obtener el grado de importancia General de cada requisito de calidad.
- **Evaluación de las partes interesadas (AC):** es el valor que los stakeholders colocan en la encuesta, en cuanto al grado de satisfacción que tienen sobre los requisitos de calidad. Los resultados se promedian

para obtener la evaluación de las partes interesadas de cada requisito de calidad.

- **Evaluación de la competencia (EC):** Es el valor que los stakeholders colocan en la encuesta, en cuanto al grado de satisfacción de los requisitos de calidad, pero con relación a la competencia. De igual modo, los resultados se promedian para obtener la Evaluación de la competencia con relación a cada requisito de calidad.
- **Calidad Planteada (PQR):** Es el valor que se obtiene al analizar los resultados de las encuestas que realizaron las partes interesadas, en cuanto al grado de satisfacción de requisitos de calidad (AC) y el grado de satisfacción de los mismos requisitos en la competencia (EC). La Calidad planteada permite dar mayor prioridad de manera más precisa.
- **Índice de Mejora (IM):** se obtiene de dividir la calidad planteada (PQR) entre la evaluación de los clientes (AC).

$$(IM) = \frac{\text{Calidad Planteada}}{\text{Evaluación de las partes interesadas}}$$

- **Peso Absoluto (PA):** se calcula de multiplicar el grado de importancia general (G), el Índice de mejora (IM), y los argumentos de mejora considerados (AM).

$$PA = G \times IM \times AM$$

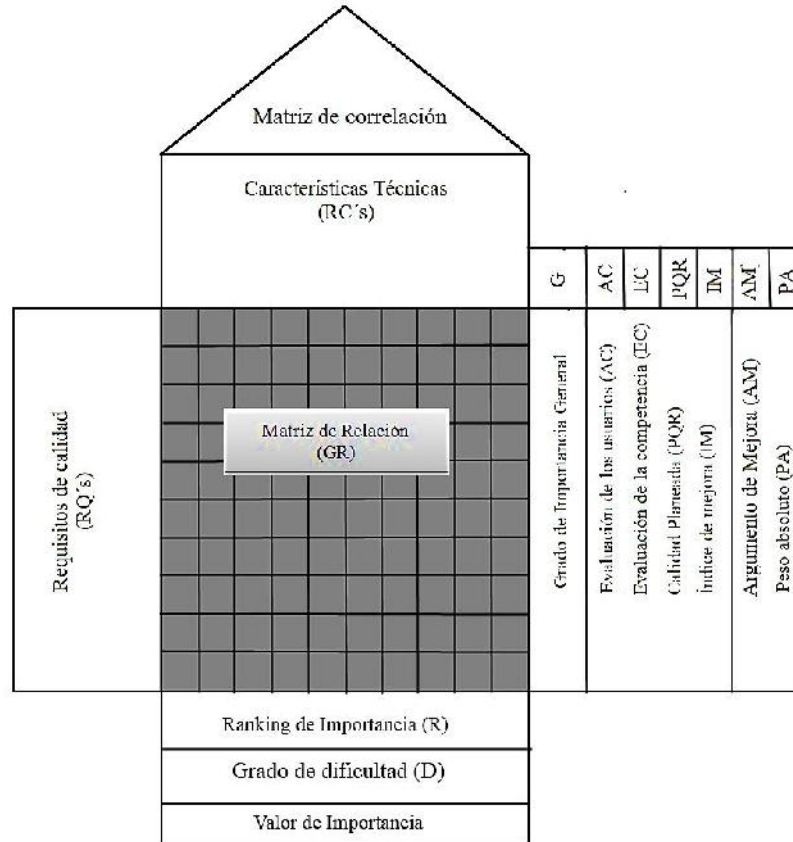


Figura 10. Bosquejo de la casa de calidad.  
Fuente: J. Pedro Reyes Soto (2009), p. 24

### 5.3 Tercer sector.

En este sector se determinan las características técnicas (RC's) o de calidad, que cumplirán los requisitos de calidad demandados. Las características de calidad o normalmente conocidos como los COMO's, se ubican en columnas.




Las características técnicas son definidas por un grupo de expertos en el tema, que por cada requisito de calidad (QUE's), pueden generar uno o más COMO's.

### 5.4 Cuarto sector.

En este sector se establece el grado de relación (GR), que existe entre cada uno de los requisitos de calidad y las características técnicas, utilizando una escala de valoración que determine si las relaciones son fuertes o débiles (véase tabla 4).

Tabla 15. Valor del grado de relación

Fuente: Basado en. Wikibooks.org. *FD House of Quality for Enterprise Product Development Processes* (21 May 2014).

TIPO DE RELACIÓN	VALOR NUMERICO	VALOR GRAFICO
Relación Fuerte	5	
Relación Media	3	
Relación débil	1	
No hay relación	0	en blanco

Para la calificación del grado de relación es importante tener en cuenta la siguiente pregunta:

- ¿Qué tan importante es la opción técnica “X” para el logro del requisito “Y”?

### 5.5 Quinto sector.

**Tabla de planificación estándar:** En este sector se cuantifica los valores de la relación de los COMO's, que permitirá finalmente cumplir con las especificaciones que se requieren.

**Ranking de importancia (R):** Se calcula de la sumatoria del valor de cada requisito de calidad, multiplicado por el peso absoluto correspondiente al mismo requisito de calidad.

$$\sum_{i=1}^n (\text{Peso Absoluto}(PA_n) \times \text{Grado de relación } GR)$$

### 5.6 Sexto sector.

En este sector se evalúa el grado en que cada requisito técnico aporta o dificulta el desempeño de los otros requisitos técnicos, permitiendo identificar contradicciones técnicas en el diseño del producto. La matriz de correlaciones es calificada por el grupo de trabajo experto en el tema (ver Figura 11).

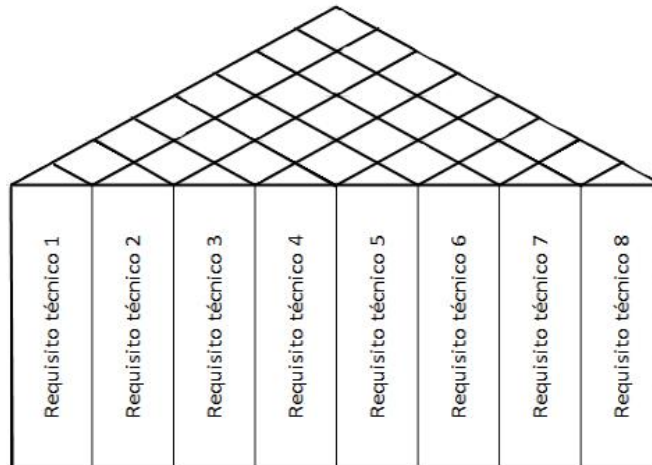


Figura 11. Grado de correlación  
Fuente: adaptado de Lluís Cuatrecasas, 2000

Los valores que se utilizan para la evaluación de la matriz de correlaciones, son los requisitos teóricos (ver Figura 11), para el caso de estudio tomado en este trabajo, esta matriz no se tendrá en cuenta, ya que lo que estamos evaluando un servicio o proceso cualitativo y no un producto.



Figura 12. Valor de relación de requisitos técnicos  
Fuente: Adaptado de Jnnessh & K. Kusumakara, 2008

## 5.7 Aplicación de la metodología propuesta

El Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la universidad del Quindío, como programa de ingeniería pertinente, es tomado como estudio de caso para aplicar la metodología despliegue de la función de calidad (QFD), la cual se analiza bajo la adaptación e implementación de la iniciativa CDIO para la elaboración y ejecución de planes de mejora en currículos y planes de estudio de programas de Ingeniería.

### 5.7.1 Resultado de la encuesta

La información recolectada permitió conocer el grado de satisfacción y opinión dada por los stakeholders, cada uno de ellos dio su juicio ante los criterios seleccionados del syllabus, los cuales se plantearon en forma de pregunta para determinar los requisitos de calidad y el grado de importancia que se tiene de cada uno de ellos, como también medir y plantear planes o acciones de mejora en los procesos que se están llevando en el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío.

La encuesta se aplica a estudiantes, egresados y profesores del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación. En la tabla 16 se muestra la evaluación de las partes interesadas y el grado de importancia general.

*Tabla 16. Resultados encuesta y determinación del grado de importancia general  
Fuente: encuesta realizada*

	Estudiantes	Egresados	Profesores	Grado de importancia general
conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas	4,2	3,4	3,6	<b>3,73</b>
conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería	4,2	2,6	3,6	<b>3,47</b>
conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería	4	3,4	3,8	<b>3,73</b>
razonamiento analítico y resolución de problemas	3,8	3,2	3,6	<b>3,53</b>
experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento	3,4	3,6	3,2	<b>3,4</b>
actitudes, pensamiento y aprendizaje	3,6	3,4	3,6	<b>3,53</b>
ética, equidad y otras responsabilidades	4,4	3,2	3,6	<b>3,73</b>

trabajo en equipo	4,6	3,8	3,8	<b>4,07</b>
Comunicaciones	3,4	3,6	3,2	<b>3,4</b>
comunicaciones en idiomas extranjeros	3	1,8	2,4	<b>2,4</b>

En promedio, los resultados obtenidos después de evaluar los actores, muestran un grado de coincidencia estimada en los diferentes requisitos de calidad. En la figura 13 se puede observar que el resultado más alto es atribuido al trabajo en equipo.

Otro resultado que sobresale es el otorgado a la comunicación en idiomas extranjeros, en la cual los egresados determinaron la calificación más baja con respecto al resultado que otorgaron los demás actores.

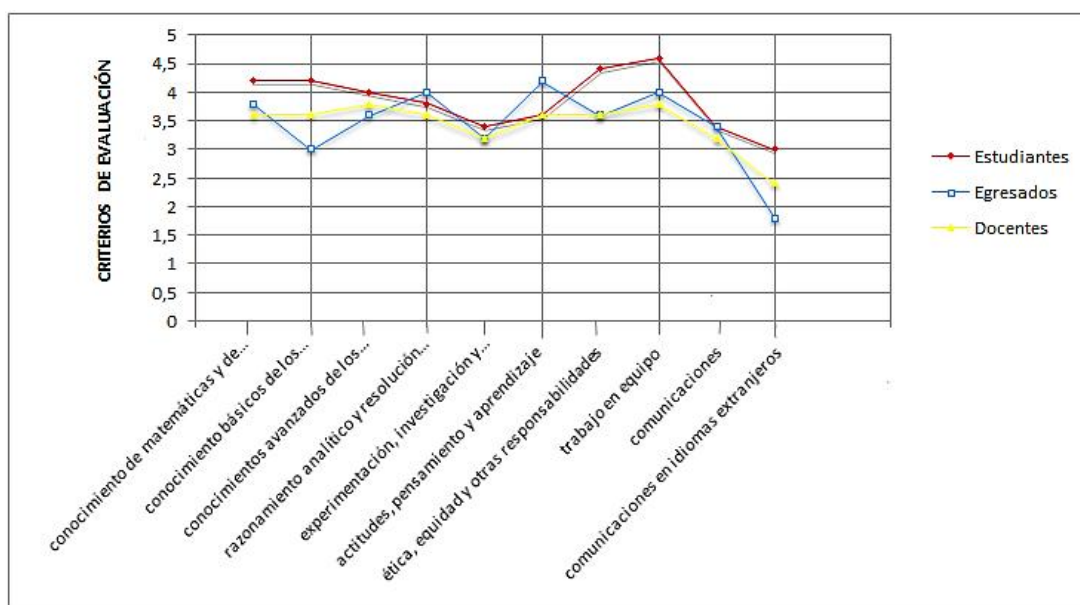


Figura 13. Grado de importancia atribuida por los actores  
Fuente: Elaboración propia

### 5.7.2 Primer sector.

El Syllabus CDIO. Define 3 grandes Bloques de construcción de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para Concebir, diseñar, implementar y operar sistemas del mundo real. Permitiendo describir los

requisitos mediante un proceso de encuesta para medir los niveles deseados de competencia de Ingenieros de una universidad o programa específico.

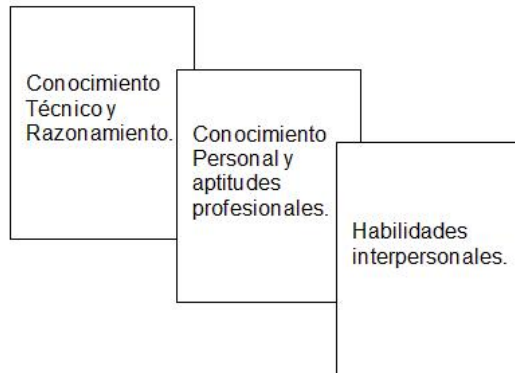


Figura 14. Bloques de conocimientos syllabus CDIO  
Fuente: Edward F. Crawley. MIT (2011).

	QUÉ(S)
Qué 1	conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas
Qué 2	conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería
Qué 3	conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y
Qué 4	razonamiento analítico y resolución de problemas
Qué 5	experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento
Qué 6	actitudes, pensamiento y aprendizaje
Qué 7	ética, equidad y otras responsabilidades
Qué 8	trabajo en equipo
Qué 9	comunicaciones
Qué 10	comunicaciones en idiomas extranjeros

Figura 15. Requisitos de calidad.  
Fuente: A. Torres Velásquez (2011).

### 5.7.3 Resultados del segundo sector.

En la tabla 17, se exponen los resultados obtenidos del grado de importancia; se define una calidad planteada para lograr los objetivos mínimos de aceptación de los requisitos de calidad. No obstante, se presenta el resultado

del índice de mejora y la determinación del orden de importancia de los requisitos de calidad (peso de la fila). Para el peso de la fila hay que tener claro que se ordena de forma ascendente, de acuerdo con los datos obtenidos en el peso relativo.

*Tabla 17. Resultados sector 2 de la matriz de calidad.  
Fuente: Encuesta realizada por el autor*

	grado de importancia general	calidad planteada	índice de mejora	peso absoluto	peso relativo	peso de la fila
conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas	<b>3,73</b>	4,00	1,07	14,92	1,02	4
conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería	<b>3,47</b>	5,00	1,44	17,35	1,18	2
conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería	<b>3,73</b>	4,50	1,21	16,79	1,14	3
razonamiento analítico y resolución de problemas	<b>3,53</b>	4,00	1,13	14,12	0,96	6
experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento	<b>3,4</b>	4,00	1,18	13,6	0,93	7
actitudes, pensamiento y aprendizaje	<b>3,53</b>	4,00	1,13	14,12	0,96	8
ética, equidad y otras responsabilidades	<b>3,73</b>	4,00	1,07	14,92	1,02	5
trabajo en equipo	<b>4,07</b>	4,50	1,11	18,32	1,25	1
Comunicaciones	<b>3,4</b>	3,5	1,03	11,9	0,81	9
comunicaciones en idiomas extranjeros	<b>2,4</b>	4,5	1,88	10,8	0,74	10

Los valores obtenidos de la calidad planteada se obtuvieron después de que el grupo interdisciplinario definiera cuáles serían los valores de aceptación para los requisitos de calidad.

En cuanto al índice de mejora en la figura 14, se representa gráficamente los requisitos de calidad a mejorar con respecto a la calidad planteada.

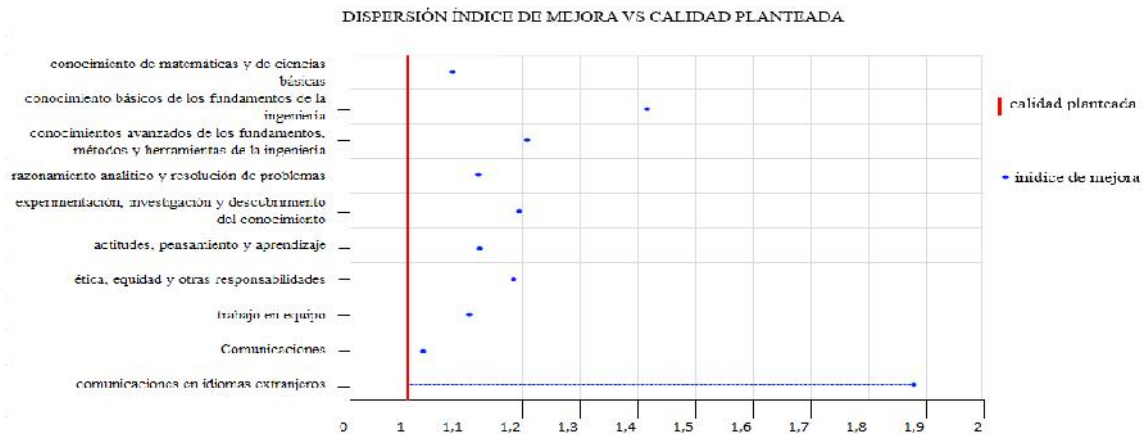


Figura 16. Dispersión índice de mejora  
Fuente: Datos tomados del grupo interdisciplinario utilizados por El Autor

En la figura se puede observar que los requisitos de calidad, comunicación en idiomas extranjeros y conocimientos básicos de los fundamentos de la ingeniería, representan una gran dispersión con respecto a la calidad planteada.

#### 5.7.4 Tercer sector.

El CDIO genera una serie de estándares para que los programas de ingeniería puedan implementar y adaptar para alcanzar sus objetivos. Estos estándares son los principales directores a modo de respuesta de ¿cómo pueden reconocerse los programas CDIO y los egresados de estos?

CÓMO(S)
El Contexto
Resultados de Aprendizaje
Curriculum Integrado
Introducción a la Ingeniería
Experiencias de Diseño-Implementación
Espacios de Trabajo
Experiencias de Aprendizaje Integrado
Aprendizaje Activo
Fortalecimiento de la Competenci de los Académicos
Fortalecimiento de la Competenci Docente de los Académicos
Evaluación del Aprendizaje
Evaluación del Programa

Figura 17. Características técnicas.  
Fuente: Construcción propia

#### 5.7.5 Resultados del cuarto sector

Para la valoración del grado de relación entre los requisitos de calidad y las características técnicas, se reúnen nuevamente el grupo de expertos, teniendo en cuenta la siguiente pregunta.

*¿Qué tan importante es la característica X para el logro del requisito Y?*

REQUISITOS DE CALIDAD		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS											
		El Contexto	Resultados de Aprendizaje	Curriculum Integrado	Introducción a la Ingeniería	Experiencias de Diseño-Implementación	Espacios de Trabajo	Experiencias de Aprendizaje Integrado	Aprendizaje Activo	Fortalecimiento de la Competencia de los Académicos	Fortalecimiento de la Competencia Docente de los Académicos	Evaluación del Aprendizaje	Evaluación del Programa
El conocimiento técnico y el razonamiento	conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas	△	●	△	●	○	●		●			●	
	conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería	●	●	○	●	○	●	△	●	△		●	
	conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería	△	●	△	●	○	△	△	●	○		△	
Habilidades personales y profesionales	razonamiento analítico y resolución de problemas	●	●		●		○		△	△		●	
	experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento	△	●		△	●	●	○	●	△	●	●	
	actitudes, pensamiento y aprendizaje	●	●	●	△	○	△						
	ética, equidad y otras responsabilidades	○	△	○	●	○			●	●	●		
Habilidades interpersonales	trabajo en equipo	○	●	●	△	●	●	●		●	○	○	
	Comunicaciones	●	○	△	○	○		●		△	●		
	comunicaciones en idiomas extranjeros	△	○		○		○		△	●	●	○	

Figura 18. Determinación del grado de relación  
Fuente: Datos tomados de la encuesta y representados por el autor.

5.7.6 Resultados del quinto sector

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">                     Relación Fuerte <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border-radius: 50%; background-color: black; margin-right: 5px;"></span>                      Relación Media <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span>                      Relación débil <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></span>                      Sin relación <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px dotted black; margin-right: 5px;"></span> </div>		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS													REQUISITOS DE CALIDAD				
		El Contexto	Resultados de Aprendizaje	Currículum Integrado	Introducción a la Ingeniería	Experiencias de Diseño-Implementación	Espacios de Trabajo	Experiencias de Aprendizaje Integrado	Aprendizaje Activo	Fortalecimiento de la Competencia de los Académicos	Fortalecimiento de la Competencia Docente de los Académicos	Evaluación del Aprendizaje	Evaluación del Programa	grado de importancia general	calidad planteada	índice de mejora	peso absoluto	peso relativo	peso de la fila
El conocimiento técnico y el razonamiento	conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas	3	5	3	5	1	5	0	5	0	0	5	0	3,73	4	1,07	14,92	1,02	4
	conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería	5	5	1	5	1	5	3	5	3	0	3	0	3,47	5	1,44	17,35	1,18	2
	conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería	3	5	3	5	1	3	3	5	1	0	3	0	3,73	4,5	1,21	16,79	1,14	3
Habilidades personales y profesionales	razonamiento analítico y resolución de problemas	5	5	0	5	0	1	0	3	3	0	5	0	3,53	4	1,13	14,12	0,96	6
	experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento	3	5	0	3	5	5	1	5	3	5	5	0	3,4	4	1,18	13,6	0,93	7
	actitudes, pensamiento y aprendizaje	5	5	5	3	1	3	0	0	0	0	0	0	3,53	4	1,13	14,12	0,96	8
	ética, equidad y otras responsabilidades	1	3	1	5	1	0	0	5	5	5	0	0	3,73	4	1,07	14,92	1,02	5
Habilidades interpersonales	trabajo en equipo	1	3	5	3	5	5	5	0	5	1	1	0	4,07	4,5	1,11	18,32	1,25	1
	comunicaciones	5	1	3	1	1	0	5	0	3	5	0	0	3,4	3,5	1,03	11,9	0,81	9
	comunicaciones en idiomas extranjeros	3	1	0	1	0	1	0	3	5	5	1	0	2,4	4,5	1,88	10,8	0,74	10
<b>Grado de impacto</b>		489	595	325,3	551,3	250	438,6	267	462,7	407,9	274,4	345	0						
<b>Peso Relativo</b>		1,22	1,49	0,812	1,376	0,62	1,095	0,67	1,155	1,0184	0,685	0,9	0						
<b>Importancia de la columna</b>		3	1	8	2	11	5	10	4	6	9	7	12						

Figura 19. Grado de planificación estándar  
Fuente: Datos de la encuesta realizada por el autor

$$\text{Grado de impacto} = \sum_{i=1}^n (\text{Peso Absoluto}(PA)_i \times \text{Grado de relación}_i \cdot GR)$$

$$\text{Peso relativo} = \frac{\text{Grado de impacto}}{\text{Grado de impacto promedio}}$$

Una vez se determina el grado de relación de los requisitos de calidad vs características, mediante la interpretación simbólica de la relación (relación fuerte, relación media, relación débil o sin relación), se procede a remplazar por su equivalente numérico, con el fin de calcular así el grado de impacto y el peso relativo del quinto sector.

Analizando la casa de calidad se puede observar, que:

- Existencia de filas vacías.

No existen filas vacías

- Existencia de Columnas vacías.

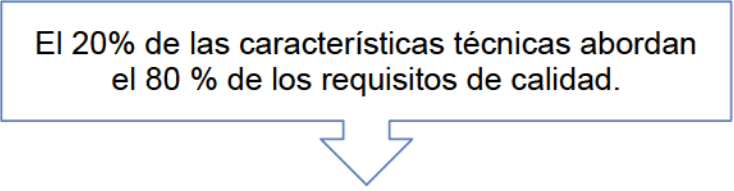
En la valoración del grupo de expertos se determinó que la característica técnica que hace referencia al estándar 12 (Evaluación del programa), no presentaba relación con ninguno de los requisitos técnicos, debido a que este estándar se centra en una etapa más madura del proceso basado en las evidencias de los avances que se hayan realizado en el recorrido hacia la consecución de los objetivos del programa CDIO.

- Evaluación técnica de los COMO`s.

La valoración de la competitividad de los QUE`s y los COMO`s permite establecer el valor de los objetivos a ser alcanzados, esto se realiza seleccionando los más competitivos de cada uno de los resultados más importantes (grado de impacto), cumpliendo de tal manera la satisfacción de las necesidades.

Partiendo de la anterior premisa y teniendo en cuenta que las necesidades evaluadas son las habilidades, actitudes y conocimientos que debe tener un estudiante de ingeniería según el Syllabus CDIO, se puede inferir de tal modo, que para adaptar e implementar la iniciativa CDIO, en una etapa preliminar hacia la reforma curricular del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación, se propone seleccionar las siguientes características técnicas mediante el principio de Pareto.

El 20% de las características técnicas abordan el 80 % de los requisitos de calidad.



Para este caso, el 20 % de 12 equivale a 2.4 características técnicas, por tal motivo se toma la unidad entera mayor.

- (Estándar 2) Resultados de Aprendizaje.
- (Estándar 4) Introducción a la Ingeniería.
- (Estándar 1) El Contexto.

- Determinación de Puntos de mejora

El requisito de calidad (comunicación en idiomas extranjeros), adquirió una valoración baja de parte de los grupos de interesados. Por ende, para lograr el objetivo de adaptar e implementar la iniciativa CDIO, se propone que en una segunda instancia se trabaje con estos grupos para establecer acciones de mantenimiento o mejora que garanticen cumplir sus necesidades específicas

20% características técnicas

REQUISITOS DE CALIDAD		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS																
		Resultados de Aprendizaje	Introducción a la Ingeniería	El Contexto	Aprendizaje Activo	Espacios de Trabajo	Fortalecimiento de la Competencia de los Académicos	Evaluación del Aprendizaje	Curriculum Integrado	Fortalecimiento de la Competencia Docente de los Académicos	Experiencias de Aprendizaje Integrado	Experiencias de Diseño-Implementación	Evaluación del Programa					
El conocimiento técnico y el razonamiento	conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas	5	5	3														
	conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería	5	5	5														
	conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería	5	5	3														
Habilidades personales y profesionales	razonamiento analítico y resolución de problemas	5	5	5														
	experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento	5	3	3														
	actitudes, pensamiento y aprendizaje	5	3	5														
	ética, equidad y otras responsabilidades	3	5	1														
Habilidades interpersonales	Comunicaciones	1	1	5														
	trabajo en equipo	3	3	1														
	comunicaciones en idiomas extranjeros	1	1	3														
<b>Grado de impacto</b>		595	551,3	489														
<b>importancia</b>		1,49	1,376	1,22														
<b>peso de la columna</b>		1	2	3														

80% Requisitos de calidad

Mejora

Figura 20. Explicación principio de Pareto.  
Fuente: Construcción propia

Posteriormente al diagnóstico se deja en claro que la implementación de los demás estándares no se debe excluir, sino proseguir su implementación en etapas futuras para continuar con el mejoramiento de la calidad.

El sector seis, que hace referencia a la matriz de correlación, no es tenido en cuenta en la evaluación de resultados, ya que este sector se utiliza con mayor frecuencia en la valoración de productos y no para servicios, como es el caso de estudio referenciado en este documento.

### QUE`s

Tabla 18. Importancia de los QUE`s  
Fuente: Elaboración propia

1	Trabajo en equipo	1,25
2	Conocimiento básicos de los fundamentos de la ingeniería	1,18
3	Conocimientos avanzados de los fundamentos, métodos y herramientas de la ingeniería	1,14
4	Conocimiento de matemáticas y de ciencias básicas	1,02
5	Ética, equidad y otras responsabilidades	1,02
6	Razonamiento analítico y resolución de problemas	0,96
7	Actitudes, pensamiento y aprendizaje	0,96
8	Experimentación, investigación y descubrimiento del conocimiento	0,93
9	Comunicaciones	0,81
10	Comunicaciones en idiomas extranjeros	0,74

### COMO`s

Tabla 19. Importancia de los COMOS`s  
Fuente: Elaboración propia

1	Resultados de Aprendizaje	1,49
2	Introducción a la Ingeniería	1,376
3	El Contexto	1,22
4	Aprendizaje Activo	1,155
5	Espacios de Trabajo	1,095
6	Fortalecimiento de la Competencia de los Académicos	1,02
7	Evaluación del Aprendizaje	0,9
8	Currículo Integrado	0,81
9	Fortalecimiento de la Competencia Docente de los Académicos	0,69
10	Experiencias de Aprendizaje Integrado	0,67
11	Experiencias de Diseño-Implementación	0,62
12	Evaluación del Programa	0

## 5.8 Análisis de los resultados

Una vez realizado el análisis y aplicación de la metodología QFD al programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío, utilizando como instrumento la iniciativa CDIO y

particularmente el Estándar 2, “Resultados de aprendizaje”, se obtuvieron los siguientes resultados, que permiten dar respuesta a la pregunta inicial planteada en este trabajo ¿Cómo se pueden mejorar los diseños curriculares aplicando la metodología QFD, de tal forma que se pueda diseñar un currículo que satisfaga las necesidades de todos los interesados?.

Por consiguiente los resultados obtenidos en la encuesta determinan el grado de importancia general, basados en la calificación para cada uno de los requisitos de calidad dada por los stakeholders; se da paso a alimentar la matriz, como se expresa en el cuarto sector, el cual establece el grado de relación que existe entre los requisitos de calidad y la parte técnica, permitiendo obtener también el índice de mejora y cada uno de los valores o peso absoluto y peso relativo, que se consideran para cada requisito planteado.

Esta matriz permite tomar decisiones basadas en la relación existente entre la parte técnica y los requisitos, en este caso se realiza un análisis o diagnóstico del tipo de relación existente entre el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación y los encuestados; para tal fin, se utiliza la tabla representada en el cuarto sector (ver tabla 15, Valor del grado de relación) y se da un valor con base en el tipo de relación existente; dicho valor es dado por el grupo de expertos. A continuación se da un ejemplo de cómo se obtiene la relación.

Para el caso del requisito de calidad “Conocimientos básicos de los fundamentos de la ingeniería” en relación con la característica técnica “El contexto”, se plantea ¿Qué tan importante es la característica técnica para que se alcance a lograr el requisito? Otra forma de expresarlo puede ser, ¿El programa realiza actividades para adquirir conocimientos de matemáticas y de ciencias básicas que les permiten a los estudiantes un mejor aprendizaje arrojando buenos resultados?, en este caso la calificación numérica dada por el grupo de expertos es de 3, lo que significa que es un tipo de relación media y que el programa de Ingeniería sí realiza actividades para impulsar dicho conocimiento teórico y el razonamiento; es de resaltar que cada uno de los valores arrojados por los indicadores son de gran importancia para generar la matriz y calcular el peso relativo, que permite obtener una valoración numérica de los QUE’s y los COMO’s para plantear planes de mejora.

Las tablas 18 y 19 en la parte superior, permiten conocer el resultado obtenido y niveles de importancia que arrojaron las encuestas planteadas para determinar los resultados de aprendizaje en el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad del Quindío.

La tabla de los Que’s, permite dar un diagnóstico del estado del programa en cuanto a los requisitos de calidad tomados del syllabus de CDIO; es importante recalcar que la muestra fue tomada a un pequeño grupo de personas que tienen algún vínculo con el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación. En esta tabla se puede observar que existe compromiso para la realización de actividades de trabajo en equipo; de igual forma, se evidencia un trabajo en el currículo con respecto a la apropiación de conceptos del área básica y de los conocimientos propios y formación integral, que se deben tener en cuenta en la carrera profesional; es importante analizar el peso de los demás ítems evaluados relacionados con el razonamiento, actitudes, experimentación, investigación y dominio de un idioma extranjero, ya que su peso se encuentra por debajo de 1, esto no significa que los esfuerzos y acciones que se han tomado en el

programa no hayan servido, por el contrario, refleja que se debe hacer un plan de mejora o tomar acciones para que el índice o peso adquieran un valor significativo.

En cuanto a la tabla de los COMO's, es importante resaltar que el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación ha hecho grandes esfuerzos por realizar planes de mejora, los cuales se reflejan en el uso y apropiación de espacios de trabajo, en la enseñanza y el aprendizaje activo, fortalecimiento de las competencias académicas, apoyo con actividades de refuerzo, que se pueden evidenciar en el resultado del aprendizaje.

Por otra parte, es importante resaltar que el valor del peso y grado de impacto con respecto a la evaluación del programa no fue tenido en cuenta para la elaboración de la matriz, por tal motivo no existe ninguna relación.

Para terminar, se debe resaltar que la evaluación del cuarto sector y quinto sector, permite identificar cómo se debe abordar la iniciativa CDIO en el programa de Ingeniería de Sistemas y Computación.

En este caso, el modelo CDIO para el programa mencionado, debería iniciar por el estándar 1 "El contexto", estándar 2 "Resultados de aprendizaje", estándar 4 "Introducción a la ingeniería"; observando el estándar 12 "Evaluación del Programa", éste no tiene relación con los requisitos de calidad planteados en el caso de estudio, por lo tanto se considera que se debe aplicar en una etapa más avanzada o cuando se pueda evidenciar rasgos de que se está aplicando el modelo CDIO.

## 6 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo permitió demostrar el nivel de importancia que tiene QFD, al momento de organizar y sintetizar la información hasta llegar a definir los niveles o requisitos de calidad que se requieren para evaluar un servicio o producto, no solamente desde el punto de vista cuantitativo sino también cualitativo.

QFD utiliza para su desarrollo la herramienta de casa de calidad, que permite ir evaluando y teniendo un soporte documental de cada uno de los requisitos evaluados y evolución del servicio o producto, permitiendo plantear estrategias o planes de mejora con base a resultados reales. Por consiguiente, QFD se centra en los requisitos del cliente, permitiendo realizar un análisis, diseño y gestión enfocados en las necesidades en busca de la calidad.

QFD es una metodología que se puede adaptar a otras herramientas o metodologías diferentes, permitiendo el uso adecuado de la información con el fin de alcanzar resultados que generan decisiones basadas en los requisitos de calidad.

Una de las principales ventajas de QFD es la facilidad de mantener un historial o archivo documental que facilita la búsqueda de información a través del tiempo.

Por las razones expuestas anteriormente, el objetivo general de este documento es reconocer la validez que tiene la metodología QFD, para conocer, analizar y emitir un concepto claro de un servicio ofrecido, en este caso y como objetivo central del documento: “Establecer una metodología para el diseño, desarrollo y gestión del currículo de un programa de Ingeniería, utilizando el Despliegue de la Función de Calidad QFD”.

Los resultados obtenidos permitieron probar y validar la metodología QFD, convirtiéndose en una herramienta importante para alcanzar criterios de calidad al momento de diseñar, desarrollar y gestionar currículos académicos.

Es importante mencionar la adopción de la metodología CDIO y en este caso el estándar 2, “Resultados de aprendizaje”, la cual fue tomada como punto de referencia para la elaboración de la encuesta, arrojando los resultados obtenidos en la casa de calidad y finalmente la aplicación de la metodología escogida.

Para terminar y como contribución de este trabajo, se refleja la importancia de la adopción de un marco metodológico con un objetivo específico, que permita conocer y determinar el grado de importancia de los stakeholders, lo cual facilita

la comunicación y toma de decisiones. Esta Propuesta generó gran inquietud en la comunidad académica, ya que permitió evaluar y dar un diagnóstico del estado del programa en algunos de sus procesos, arrojando respuestas e inquietudes por parte de los profesores, estudiantes y egresados, que antes no se habían planteado y que posiblemente necesitan de un cambio para mejorar la calidad del programa.

Existen muchas metodologías que sirven de guía para la elaboración y planes de reformas curriculares, pero ninguna de ellas tiene una herramienta propia que permita evaluar y dar un diagnóstico en un tiempo mediano o largo plazo, que evalúe el estado del currículo y que refleje en la comunidad académica un indicador de mejora para las necesidades del medio, que en este caso sería la empresa.

Este trabajo refleja la importancia de contar con una metodología flexible y adaptable que permita incorporar herramientas y otras metodologías para crear planes y acciones de mejora, no sólo en la parte del servicio, como se planteó en todo el documento, sino también en el sector productivo. Adicionalmente, esta metodología permite crear un alto nivel de comunicación en todos los interesados, los cuales se sintieron directamente involucrados y que sus opiniones eran escuchadas para la toma de las decisiones, una vez más afianzando uno de los factores a resaltar de QFD que es atender la “La voz del cliente”.

### 6.1 Trabajos Futuros.

A partir de este trabajo de grado de maestría se pueden derivar otros proyectos o de investigación, para los cuales se proponen las siguientes temáticas:

- Diseñar y gestionar procesos académicos que garanticen la calidad y evaluación de instituciones de nivel superior.
- Integrar y evaluar otras metodologías que permitan el uso adecuado de la información, y que garanticen la toma de decisiones y estrategias para alcanzar criterios de calidad en un servicio o producto.
- Utilizar herramientas para conservar la memoria académica del diseño curricular.





## 7 BIBLIOGRAFÍA

Bravo, M. O. (21 de 12 de 2001). AIPO. Recuperado el 15 de 10 de 2011, de [www.aipo.es/libro/pdf/13Cooper.pdf](http://www.aipo.es/libro/pdf/13Cooper.pdf).

Carrillo Landazábal, M. S., Pons Murguía, R., & Villa González del Pino, E. (21 de Enero de 2011). Orientación del Enfoque de Calidad en Instituciones e Educación Superior: Una Necesidad en Ingeniería.

Carreras, M. A. (2005). Diseño de un Entorno Colaborativo y su Aplicación a Plataformas de Aprendizaje. Tesis Doctoral.

CINDA. (abril de 2009). Proyecto ALFA Proyecto de Aseguramiento de la Calidad. Santiafo. Obtenido de [www.cinda.cl](http://www.cinda.cl). p. 10

Coccinella. (s.f.). Recuperado el 14 de Octubre de 2011, de <http://coccinella.im/>

Crisan, A., & Enache, R. (10 de Marzo de 2011). Designing customer oriented courses and curricula in higher education.

Gonzalez Bernal, M. (2006). Curriculum basado en Competencias: Una experiencia en Educación Superior. *Educación y Educadores*, 9(2),96.

Group, I. (2010). Idroo educational whiteboard. Recuperado el 16 de 10 de 2011, de <http://www.idroo.com/>

Jamali, R., Aramoon, H., & Mansoori, H. (4 de Septiembre de 2010). Dynamic Quality Function Deployment in Higher Education.

Jnanesh, D. N., & Hebber, D. C. (16 de Agosto de 2008). 3.9 Use of Quality Function Deployment Analysis in Curriculum Development of Engineering Education and Models for Curriculum Design and Delivery.

Juan Pablo Gorriño Arriaga, A. B. (Septiembre de 2007). Tendencias En La Aplicación Del Despliegue De la Función de Calidad. Obtenido de [http://aeipro.com/files/congresos/2007lugo/ciip07\\_0816\\_0822.437.pdf](http://aeipro.com/files/congresos/2007lugo/ciip07_0816_0822.437.pdf).

Karanjekar, S. B., Lakhe, R. R., & Deshpande, V. S. (08 de Noviembre de 2013). QFD Applications in Education: A Literature Review.

Köksal, G., & Eğıtman, A. (26 de Febrero de 2003). Planning and Design of Industrial Engineering Education Quality.

Lucero, M. M. (s.f.). Entre el Trabajo Colaborativo y el Aprendizaje Colaborativo. Revista Iberoamericana de Educación.

M., S. (1997). El proyecto groupware. De las técnicas de dirección a la elección de la aplicación groupware. Ediciones Gestión 2000 S.A.

Manuel Ortega Cantero, J. B. (2001). Sistemas de Interacción Persona-Computador. Education.

Martha Sofia Carrilo Landazabal, R. P. (2010). Orientación del enfoque de calidad en Instituciones de Educación Superior: Una Necesidad en la Ingeniería. Latin American And Caribbean Journal Of Engineerig Education.

Maya, A, Orozco. C. D, & Arroyave. C, (12 de Julio de 2008). Aplicación de QFD (Quality Function Deployment) en el proceso de Ingeniería de Requisitos. Universidad EAFIT, Medellín. Colombia.

Mejias, A., Manelro, N., & Cobo, M. (27 de Septiembre de 2011). Despliegue de la Función de Calidad en los Procesos Académicos Universitarios: una Experiencia para la Revisión del Perfil del Egresado. Venezuela.

Ministerio, E. N. (s.f.). [mineduacion.gov.co](http://www.mineduacion.gov.co). Obtenido de <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-roperityname-2895.html>

Murillo, J. L. (2010). [edulibre.info](http://edulibre.info). Recuperado el 13 de 10 de 2011, de <http://edulibre.info/una-pizarra-colaborativa-en-la-red>

Net pen. (2009). Recuperado el 30 de 10 de 2011, de <http://www.rainbowsedge.net/software/netpen/>

Neri, C. (1994). Tecnologías al Servicio del Trabajo Colaborativo. Recuperado el octubre de 2011, de <http://www.enmoebius.com.ar/campus/9.pdf>.

Peláez Pérez, M. (2010). [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Diseno\\_d\\_Proyect\\_Curric/Unidad%201/LEC\\_1.7\\_Conceptos\\_basicos\\_de\\_la\\_teor%C3%ADa\\_curricular.pdf](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Maestria/MTE/Diseno_d_Proyect_Curric/Unidad%201/LEC_1.7_Conceptos_basicos_de_la_teor%C3%ADa_curricular.pdf).

Penichet, V. M. (2007). Modelo de Proceso para el Desarrollo de Interfaces en Entornos CSCW Centrado en los Usuarios y dirigido por tareas. Ciudad Real: Tesis doctoral.

Poblete, P. (28 de 03 de 2013). CDIO. Obtenido de <http://www.cdio.cl/documentos/estandares-cdio>

Romero, L. M. (2010). Reforma Curricular del Programa de Ingeniería de Sistemas: aportes, ideas y reflexiones. REDIS, 69.

Ruiz. 1994. QFD Una herramienta de Futuro (pág. Bizkaia). España.

Saadoun, M. (1997). El proyecto groupware: de las técnicas de dirección a la elección de la aplicación groupware. Gestión 2000.

Sánchez, J. L. (s.f.). Consejería de educación Delegación Provincial de Cadiz CEP

Villmartin. Recuperado el 11 de 07 de 2011, de [http://www.omerique.net/wiki/pub/TIC/ActividadFormacion081106FC005/TrabajoColaborativo\\_v1.pdf](http://www.omerique.net/wiki/pub/TIC/ActividadFormacion081106FC005/TrabajoColaborativo_v1.pdf)

Shamsuddin Ahmed; Kazakhstan Institute of Management; Economics and Strategic Research. (06 de Septiembre de 2006). QFD Application to Improve Management Education At Kimep.

Teodosio E, Rodríguez S, Manuel A, Reyes B, José A, Peña E, Aproximación a un Modelo para evaluar el currículo de la UPEL a partir de una propuesta de estructura curricular, Instituto Pedagógico de Miranda, 2004. Venezuela.

Tomiyaama, T., Gu, P., Jin, Y., Lutters, D., Kind, C., & Kimura, F. (18 de Noviembre de 2009). Design methodologies: Industrial and educational applications.

Víctor M. R. Penichet, J. A. (14 de 11 de 2005). Penichet. Recuperado el 20 de 10 de 2011, de [http://www.penichet.net/~penichet/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=57&showall=1&lang=es](http://www.penichet.net/~penichet/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=57&showall=1&lang=es)

Yoji Akao, G. H. (2003). El borde de ataque de QFD: Pasado, presente y futuro. Revista Internacional de Gestión de Calidad y Confiabilidad, pp 20-35.

Yolibet Ollarves, N. C. (2008). Propuesta De Proyectos Colaborativos Como Herramienta Integradora De Las Tic En La Investigación Universitaria. Laurus revista, pp 89-111.