



UNIVERSIDAD PANAMERICANA  
CAMPUS GUADALAJARA

"APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y  
PLANEACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE  
ESTUDIOS "

LUIS FELIPE GUERRERO SANDOVAL

Tesis presentada para optar por el grado de Maestro en  
Optimización de Sistemas Productivos con  
Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,  
según acuerdo número 594189 con fecha 09-VII-99

Zapopan Jal., Enero del 2006



CLASIF: TE 1702 2006 GUE

ADQUIS: 61,876 ej 1

FECHA: 15/02/07

DONATIVO DE SI

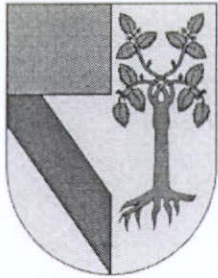
\$ 104 h. : diagramas tablas; 29 cm. + 1 disco óptico de computadora; 4  $\frac{3}{4}$  plg.

500. Publicado también en forma electrónica en formato PDF a través de World Wide Web 300,151 18 GUE 2006

502. Tesis (Maestría) - Universidad Panamericana Campus Guadalajara, 2006

504: Bibliografía : h. 104

1. Tesis y disertaciones académicas - Universidad Panamericana Campus Guadalajara.
2. Ciencias sociales - Modelos matemáticos
3. Toma de decisiones
4. Planificación curricular - Modelos matemáticos



# UNIVERSIDAD PANAMERICANA CAMPUS GUADALAJARA



UNIVERSIDAD PANAMERICANA  
CAMPUS GUADALAJARA  
BIBLIOTECA

## **"APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y PLANEACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE ESTUDIOS "**

**LUIS FELIPE GUERRERO SANDOVAL**

Tesis presentada para optar por el grado de Maestro en  
Optimización de Sistemas Productivos con  
Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,  
según acuerdo número 994189 con fecha 09-VII-99.

Zapopan, Jal., Enero del 2006



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**  
CAMPUS GUADALAJARA

MAESTRÍA EN OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

**DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO.**

Enero 2006

SR. LUIS FELIPE GUERRERO SANDOVAL  
P r e s e n t e.

En mi calidad de presidente de Comisión de Exámenes de Grado y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de TESIS, titulado;

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y PLANEACIÓN  
PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE ESTUDIOS”**

Le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen de Grado por lo que deberá de entregar siete ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

ATENTAMENTE

Mtro. Francisco Inmanol Ertze Encinas  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA**  
CAMPUS GUADALAJARA

MAESTRÍA EN OPTIMACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

Enero 26, 2006

ING. FRANCISCO ERTZE  
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE  
EXÁMENES DE GRADO.  
P R E S E N T E:

Me permito hacer de su conocimiento que el Ing. Luis Felipe Guerrero Sandoval de la Maestría en Optimización en Sistemas Productivos, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa TESIS , titulado:

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y PLANEACIÓN  
PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE ESTUDIOS”**

Manifiesto que, después de haber dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos para solicitar fecha de Examen de Grado.

Agradezco de antemano la atención prestada y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE

Ing. Claudio Edmundo Díaz Amaya  
ASESOR DE TESIS

## DEDICATORIA

---

A DIOS.

A MI ESPOSA, SILVIA RAQUEL.

A MIS HIJOS, FELIPE DE JESÚS, DANIEL ARTURO Y  
MARIO AGUSTÍN.

A MIS AMIGOS; CARLOS, JOSÉ DE JESÚS, ERNESTO,  
MA. CONCEPCIÓN Y HECTOR.

A MIS PROFESORES, ESPECIALMENTE A: FRANCISCO  
VILLANUEVA V. Y CLAUDIO DÍAZ A., ASESORES Y  
AMIGOS.

A TODOS MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO DE LA U.P.

A LA UNIVERSIDAD PANAMERICANA, AGRADECIÉNDOLE  
LA BECA QUE ME PERMITIÓ CURSAR MIS ESTUDIOS.

DEDICATORIA.....	i
ÍNDICE.....	ii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 El Entorno de la Universidad .....	1
1.2 Enfoque Universidad - Mercado .....	2
1.3 La Relación Universidad - Empresa .....	3
1.4 La Administración de la Universidad.....	8
1.5 Planteamiento de la problemática .....	15
<b>2. ANALISIS JERARQUICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Introducción .....	17
2.2 Estructuración de un Problema de Decisión.....	20
2.3 Dominio del AHP .....	22
2.4 Mediciones Absolutas y Relativas .....	23
2.4.1 Mediciones Relativas.....	23
2.4.2 Medición absoluta.....	24
2.4.3 La escala fundamental.....	24
2.5 Solución de los Pesos y Consistencia.....	25
2.5.1. Procedimiento numérico para obtener el vector de prioridades.....	28
2.6 Consistencia del Vector de Prioridades.....	33

2.7 Planteamiento de la jerarquía de la estructura.....	34
2.7.1 Sugerencias para elaborar el diseño.....	35
2.8 Ilustración Numérica del Método.....	36
<b>3. LA FUNCIÓN DESPLIEGUE DE LA CALIDAD (QFD).....</b>	<b>41</b>
3.1 Introducción.....	41
3.2 La Definición de QFD.....	41
3.3 El Concepto de QFD.....	42
3.4 Relación del QFD con otras herramientas de Calidad e Ingeniería.....	43
3.5 La Justificación del QFD.....	46
3.5.1 ¿Para qué hacer QFD?.....	46
3.5.2 ¿En que áreas QFD puede tener impacto?.....	46
3.5.3 Algunas de las barreras más comunes.....	47
3.6 Pasos para construir el diagrama.....	48
3.6.1 Paso 1 .....	48
3.6.2 Paso 2 .....	49
3.6.3 Paso 3 .....	50
3.6.4 Paso 4.....	50
3.6.5 Paso 5.....	51
3.6.6 Paso 6.....	52

<b>4. DIAGRAMA DE AFINIDAD.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1 Introducción.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2 Construcción del Diagrama de Afinidad.....</b>	<b>58</b>
4.2.1 Constituir un equipo correcto.....	58
4.2.2 Describir el objetivo.....	58
4.2.3 Recoger los datos verbales.....	58
4.2.4 Transferir datos a notas o tarjetas.....	59
4.2.5 Desplegar las tarjetas de datos.....	59
4.2.6 Clasificar las ideas.....	59
4.2.7 Crear una tarjeta de título para cada agrupación.....	60
4.2.8 Dibujar el Diagrama de Afinidad .....	61
4.2.9 Discusión.....	62
<b>5. CASO DE ESTUDIO.....</b>	<b>63</b>
<b>5.1 Antecedentes.....</b>	<b>63</b>
<b>5.2 Aplicación del Diagrama de afinidad.....</b>	<b>63</b>
5.2.1 Obtención de la lista de conceptos.....	63
5.2.2 Integración del Equipo de trabajo.....	65
5.2.3 Definición del objetivo.....	64
5.2.4 Recolección de los datos.....	66
5.2.5 Transferir datos a notas o tarjetas.....	66
5.2.6 Desplegar las tarjetas de datos. ....	66
5.2.7 Clasificar las ideas.....	68

5.2.8	Crear una tarjeta de título.....	69
5.2.9	Dibujar el Diagrama de Afinidad.....	71
5.2.10	Discusión y Conclusiones .....	72
<b>5.3</b>	<b>Determinación de la importancia relativa.....</b>	<b>74</b>
5.3.1	Importancia igual entre las Áreas .....	74
5.3.2	Importancia débil de una de las Áreas .....	74
5.3.3	Importancia moderada de una de las Áreas.....	75
5.3.4	Importancia moderada "plus" de una de las Áreas.	75
5.3.5	Importancia fuerte de una de las Áreas .....	76
5.3.6	Importancia muy fuerte de una de las Áreas.....	76
5.3.7	Importancia extrema de una de las Áreas .....	77
5.3.8	Balance entre áreas .....	78
<b>5.4</b>	<b>Aplicación del QFD .....</b>	<b>82</b>
5.4.1	Diseño de Sistemas Automáticos.....	84
5.4.2	Área Eléctrica.....	86
5.4.2.1	Simulación Electrónica.....	86
5.4.2.2	Controladores Lógicos Programables .....	88
5.4.2.3	Máquinas Eléctricas.....	90
5.4.3	Área Mecánica .....	92
5.4.3.1	Neumática y Electroneumática.....	92

5.4.3.2 Transmisiones Mecánicas.....	94
5.4.4 Área de Medición y Comunicaciones.....	96
5.4.4.1 Medición e Instrumentación.....	96
5.4.4.2 Comunicaciones y Redes .....	98
5.4.5 Conclusiones .....	99
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>102</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>104</b>

## CAPITULO

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 EL ENTORNO DE LA UNIVERSIDAD

Hablar de la Universidad en cualquier momento de la historia, siempre ha sido motivo de controversia, debido al carácter universal del concepto, lo que dificulta establecer un perfil que sea sencillo y fácil de aceptar.

En este trabajo no se pretende entrar en la dialéctica del origen, ó de la filosofía que la orienta y que define su vida interna, el enfoque está orientado a presentar herramientas que faciliten la planeación de algunas de las actividades ordinarias y coadyuvar a un mejor funcionamiento, sin pretender incidir en cambio en su estructura o en su orientación filosófica.

La Universidad, al ser una organización humana y el humano un ser perfectible, nos conduce a sostener la tesis de que las cosas se pueden hacer mejor cada día, es decir vivir en una mejora continua. Este concepto no es nuevo para el mundo de empresa y los negocios, el objetivo de éste trabajo es mostrar la aplicación de estas prácticas de planeación exitosa a la actividad universitaria.

En el análisis de la Universidad, se ha de reconocer, de entrada, que existen grandes diferencias entre las Universidades; las grandes, las pequeñas, las privadas, las públicas, las jóvenes y las de gran antigüedad. Esta diversidad siempre presente, no solo en las universidades, sino también en el mundo empresarial, ha permitido que

unas destaquen sobre las otras, en función de su accionar, más que de su origen, ya que la experiencia del mundo nos muestra que hay Universidades destacadas y Universidades mediocres tanto en la públicas como en las privadas.

La idea de afrontar a la Universidad con prácticas de planeación comúnmente empleadas en la empresa, ha creado posturas encontradas que van, desde los entusiasta y optimistas, hasta los pesimistas y escandalizados. Esto en parte se debe a que en la comunidad universitaria existe una autoridad no oficial, que es la autoridad que da el conocimiento y la actividad intelectual, que no acepta fácilmente el establecimiento de lineamientos ordenados y estratégicos.

Una idea fundamental, es orientar un enfoque práctico de las aplicaciones del *management* a la universidad, que comprenda un enfoque estratégico y operativo. Sobre lo estratégico se propondrán herramientas para el diseño o actualizaciones de los planes de estudios. En lo operativo se propondrán técnicas de planeación y toma de decisiones, que ya han sido probadas en la empresa para hacer frente a los retos de implementar lo táctico de una estrategia.

## **1.2 ENFOQUE UNIVERSIDAD - MERCADO**

Se parte de un modelo, y la definición de éste estará ligado a los modelos que la sociedad ha desarrollado, así como la estructura de un mercado de demanda, se enfoca a producir y el mercado acepta lo que produce ya que no tiene otras opciones. En un mercado de oferta, hay que producir lo que se necesita y también lo que quiere el comprador. En el modelo de oferta se puede establecer una discusión de no poca importancia, que es la de definir ¿Quién es el cliente? Puede ser el que

paga el servicio (el padre) o el que selecciona el bien (el estudiante), ya que en pocas ocasiones el alumno es el que paga. El otro punto a considerar es lo referente a sí el cliente sabe lo que debe adquirir para llegar a tener lo que quiere. Al margen de esta discusión debemos de tener siempre en cuenta que ya sea el padre o el alumno, a ambos los debemos de considerar como clientes.

### **1.3 LA RELACIÓN UNIVERSIDAD - EMPRESA**

"La sociedad actual debe mucho a la institución universitaria. Porque la universidad ha representado históricamente el principal foco de creación, transmisión y difusión del saber"<sup>1</sup>. Pero la conexión de la Universidad con la sociedad, tiene desde siempre algo de problemático, ya que el ritmo de las empresas interfiere con la Universidad o la propia Universidad se sumerge en un academicismo poco práctico, que no responde con la velocidad que se le demanda.

No se pretende establecer una nueva teoría del *management*, sino solo el hecho de aplicar estos principios, ya definidos, establecidos y probados en el campo de las organizaciones empresariales, para el funcionamiento de las organizaciones humanas, llamadas universidades, prescindir de estos principios, como elementos indispensables para la dirección de un conjunto de actividades, es depender, de la experiencia acumulada de quien dirige estas acciones. Esto en sí no es que sea malo, pero en la mayoría de las veces los directivos de los centros

---

1 Calleja, Tomás , La universidad como empresa: una revolución pendiente, Madrid, Ira ed. Rialp, 1990, 162 ,p.37

educativos provienen de un proceso de formación docente, que no siempre los prepara para la vida directiva. Es de reconocer los logros que se han tendido, debido a la experiencia de quienes han dirigido algunas de las universidades, pero no podemos depender, de estos hechos aislados y que en el futuro no puedan tener continuidad.

La empresa es una institución que ha podido sobrevivir a los cambios que la sociedad ha experimentado, se ha adaptado, está en una continua modernización y acepta los retos futuros que la sociedad le plantea. Es lógico pensar que esta capacidad de adaptación no proviene de casos fortuitos de dirigentes encargados de éstas organizaciones humanas. Se debe a que han hecho su trabajo bajo planteamientos científicos y aplicaciones prácticas, apoyados en un proceso de aprendizaje, que les permite tener la flexibilidad que el mercado demanda. El *management* es una ciencia práctica, no tiene una solución precisa para un problema en particular, pero proporciona elementos objetivos que permiten tomar una mejor decisión. Una confrontación constante con la realidad es lo que ha permitido que el *management* logre resolver problemas.

Los resultados que se obtuvieron con la aplicación del *management* en las empresas manufactureras (para distinguirlas de las de servicios), crean un fenómeno social que hace extensivo su aplicación a empresas de servicios, como los hospitales, la prensa, los hoteles y otras instituciones. Logrando redefinir su esencia de misión y estableciendo su estrategia de productos, partiendo de un conocimiento básico de su mercado, los resultados de ésta práctica son evidentes y existen muchos ejemplos en el mundo, desde las sociedades abiertas, hasta en las más cerradas. El hombre sensato y una sociedad prudente, buscan resultados.

Son necesarios para alentar el esfuerzo que un espíritu emprendedor requiere ante la evidencia de que se pueden hacer las cosas mejor, el hombre siempre estará dispuesto a intentarlo.

La universidad no es un ente que se encuentre apartado de la dinámica social, ni se le puede contemplar como una institución que hay que salvaguardar en una urna de cristal para que los cambios no le afecten. "La universidad es una empresa imprescindible, hoy más que nunca, para articular el incremento del conocimiento con el desarrollo social y económico al servicio de la dignidad humana."<sup>2</sup> Lo único permanente es el cambio, y se debe de estar preparado para ello, al margen del origen o de la ideología de la institución. Institución que no busque obtener los mejores resultados, mediante el uso eficiente de sus recursos, tendrá un corto horizonte de vida, ya que ser inertes en la sociedad, no nos permite ser promotores de un cambio, "Ya que una organización sólo llega a ser una institución cuando es consciente de sus fines y es capaz de instrumentar los recursos organizativos específicos para lograrlos."<sup>3</sup>

Para no aceptar el reto del cambio siempre habrá justificaciones, ya sea por el gran tamaño de la estructura, o por carecer de ella, por el origen de los recursos ya sean privados o públicos, o por el simple hecho de encubrirse bajo una bandera filosófica. El hecho es que la saturación de los mercados ha incrementado la competitividad, lo que fuerza a plantear nuestras acciones operativas como verdaderas áreas de

---

2 Calleja, Tomás, op.cit. supra, nota 1, p.58

3 Ibid., p.142

oportunidad. La mejora continua no es una meta, es el medio, es el camino por él cual hay que transitar si se quiere llegar al éxito.

En el pasado, la empresa nacional estuvo protegida de la competitividad mundial, por los diversos mecanismos que el gobierno y la sociedad instrumentaron. Con la apertura al comercio libre, las empresas se dieron cuenta, que no haber pensado en la competencia en el pasado, les ocasionó un duro quebranto; algunas lograron adecuarse al cambio y otras simplemente sucumbieron. La universidad no debe esperar a que esto suceda, la apertura sé está dando y por qué no decir que la competencia ya está aquí. Las que cambien su enfoque y modifique su forma de operar, logran sobrevivir a los cambios que inevitablemente estarán por venir.

La Universidad en las últimas décadas, ha dejado de ser el motor del desarrollo tecnológico, y este ha sido transferido a las empresas. Es importante que la universidad vuelva a tener ese papel públicamente relevante en la sociedad; es preciso que ésta responda a dichas necesidades y esto se logrará en la medida en que la universidad se acerque o se integre a la sociedad civil. La integración de dos sociedades se dará de una forma más armónica, si ambas tiene una estructura semejante. Es claro que los plazos de las empresas no sean los mismos que los de la universidad, pero esto no deberá de ser un pretexto para hacer un acercamiento que permita una relación más estrecha.

La relación empresa - universidad se debe plantear en términos de ayuda mutua, por una parte la universidad, poseedora de una cultura y generadora de conocimiento y por otra, la empresa con sus proyectos y

recursos. No se trata de buscar patrocinadores para sustentar la vida académica, sino de una relación subsidiaria en el más amplio sentido entre empresa - empresa. Esta relación va más allá del intercambio que se da entre una Universidad que aporta profesionales e investigación y una empresa que los contrata y paga por ello. De no tener respuesta adecuadas y a tiempo, se extenderá lo que ya se viene realizando en las empresas, que es el hecho de convertirse en formadoras de su propio material humano. Un aspecto central de la universidad como empresa, es su actitud proactiva y oportunista para ajustar sus operaciones a los posibles desarrollos que brinda el entorno.

La idea de concebir la universidad como empresa, será un punto de discusión del carácter social de la institución y es, por demás importante aclarar que este punto de vista no tiene nada que ver con un materialismo o un economicismo de la educación, sino con el hecho de hacer partícipe a la universidad de los reclamos sociales, de hacer sus actividades, de la misma forma en que la sociedad las realiza.

" Por escandaloso que pueda sonar a oídos puritanos de la cultura y de la economía, entender a la universidad como su mercado no puede tener más que beneficios para la Universidad."<sup>4</sup>

Al margen de las relaciones que se puedan establecer entre la empresa y la universidad, es importante la adecuación a su mercado. La dinámica que esto implicará llevará a detectar sectores que no se han atendido y que representan un nicho importante. Detectar las necesidades del cliente para la universidad es un ejercicio por demás interesante,

---

4 Calleja, Tomás, op.cit. supra, nota 1, p.76

ya que no es tan directo la definición del mismo. ¿Quién es el cliente para la universidad? Esta no es una pregunta ociosa; todo lo contrario, es un reto que requiere de un serio análisis. Este punto ya se ha discutido, y en síntesis, se debe de considerar como clientes: a los alumnos, a los padres y a la sociedad, ya que ésta última es quien recibe al producto de la universidad. Como se puede apreciar si en la empresa se dedica el tiempo necesario para la definición y atención del sector del mercado, con mayor razón deberá de hacerlo la universidad.

#### **1.4 LA ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD**

Éste tema no es tema central del trabajo, se menciona con la intención de no perder de vista los aspectos administrativos.

“Los temas que hoy reciben particular atención es la administración de las empresas, tales como la globalización de mercados, productos y servicios, nos enfrentan a un mundo más integrado, así como la respuesta a impacto creciente del desarrollo científico y tecnológico y la necesidad de encontrar nuevas formas de ejercicio de un liderazgo estratégico, son también un desafío para las universidades latinoamericanas”<sup>5</sup>

---

5 México:CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE, Administración universitaria en América Latina : una perspectiva estratégica, México, UDUAL-UNAM-CESU, 1995, 296 p.,p.3

"Hax y Majluf, al igual que otros expertos del área (Greenley, 1989; Albert 1984; Johnson y Scholes, 1988) conciben la concreción de la estrategia mediante un análisis profundo de las debilidades y fortalezas de la institución, así como de sus oportunidades y amenazas."<sup>6</sup>

Se enlistan 10 tareas de la estrategia corporativa. <sup>7</sup>

Escrutinio interno de la organización: visión de la universidad (fortalezas y debilidades)

1 La misión

2 Filosofía corporativa

3 Segmentación de las unidades estratégicas de planificación

4 Estrategia horizontal

5 Integración vertical

6 Tópicos de significación estratégica.

Análisis corporativo del ambiente: La inteligencia corporativa

Análisis económico, Análisis de los sectores críticos, Tendencias tecnológicas de recursos humanos, tendencias políticas, sociales y legales (oportunidades y amenazas)

---

6 México:CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE, op.cit. supra, nota 5,p.8

7 Ibid.,p. 9

En conjunto las fortalezas y debilidades y las oportunidades y amenazas, se formula la estrategia corporativa

7 Postura estratégica (Desafíos estratégicos, Desafíos de planificación, objetivos corporativos)

8 Administración de Proyectos (Asignación de recursos)

9 Estructura organizacional y sistemas administrativos

10 Administración de recursos humanos

Se describen en síntesis estas tareas para invitar al análisis de la institución

### **1) Filosofía Corporativa**

"Comprende la definición de los principios básicos que orientan el comportamiento corporativo, es decir, los valores, las políticas y normas que regulan la relación con las diferentes audiencias. En el caso de las universidades, será dependiente de su naturaleza, si es estatal o privada."<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> México:CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE, op.cit. supra, nota 5,p.10

## 2) Misión de la Universidad

"El término misión se utiliza en este contexto como:

a) El ámbito actual y futuro de los servicios que ofrece, la clientela que recluta y atiende y la cobertura geográfica de su acción y

b) Las formas en que la institución alcanza su liderazgo competitivo o refleja sus ventajas comparativas frente a la competencia."<sup>9</sup>

"El ámbito de los servicios se refiere al equilibrio que la universidad imprime a sus funciones docentes, de investigación y extensión."<sup>10</sup>

## 3) Segmentación de las unidades estratégicas de Planeación

"En términos empresariales, la segmentación de las unidades de negocio consiste en la identificación de las industrias y segmentos de mercado en los cuales la firma compete en la actualidad y de aquellos que espera entrar en un futuro cercano.

En relación con las Universidades, dada que estas se definen específicamente como entidades sin fines de lucro, se prefiere usar el término *unidad estratégica de planeación* para referirse a las unidades que se emplean como focos de la planificación."<sup>11</sup>

---

9 México:CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE, op.cit. supra, nota 5,p.11

10 Ibid,p.12

11 Ibid,p.12,13

#### **4) Estrategia horizontal**

"Este concepto se entiende como la comprensión de las relaciones actuales y potenciales entre las unidades estratégicas de planificación, las que brindan oportunidades para añadir ventajas sobre los competidores. Es un conjunto coordinado de objetivos y políticas para unidades diferentes pero interrelacionadas. Para establecer dicha estrategia, se requiere buscar y explotar las relaciones potenciales entre las unidades estratégicas, mediante la diversificación de tareas, servicios y productos."<sup>12</sup>

#### **5) Integración Vertical**

"Es la búsqueda de una configuración de actividades internas y externas, así como la diferente forma de asociación con agentes internos y externos, con el fin de mejorar la posición competitiva de la organización. Implica definir cuales son los alcances de lo que la universidad puede realizar por si misma y establecer que actividades deberá realizar con la participación de otros."<sup>13</sup>

#### **6) Tópicos de Significación Estratégica**

Estos pueden variar dependiendo de la época y las exigencias del mercado, pero en éstos momento es claro, que se pretende una integración global y una alta participación en los mercados, lo que requiere un mutuo reconocimiento de los conocimientos y los grados académicos, que permitan un intercambio de los estudiantes o profesionista a cualquier país.

---

12 México:CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE, op. cit. supra, nota 5,p.13

13 Ibid.,p.15

## 7) Postura Estratégica en la Organización

"Consiste en un conjunto de requisitos pragmáticos, que se desarrollan al nivel corporativo para guiar la formulación de las estrategias de desarrollo académico, institucional y funcional."<sup>14</sup>

"Expresada a través de:

a) Desafíos estratégicos corporativos, aspectos orientados a la acción, en un horizonte de tres a cinco años, para lograr una ventaja competitiva sostenida en el ámbito en que participa.

b) Desafíos funcionales, la asignación de responsabilidades para la formulación y puesta en marcha de los programas para cada desafío estratégico.

c) Objetivo de rendimiento corporativo: indicadores cualitativos y cuantitativos del rendimiento global de la organización."<sup>15</sup>

## 8) Administración de Proyectos

"Es una responsabilidad, del nivel ejecutivo, que requiere estudiar las fortalezas y debilidades de los proyectos para definir las propiedades de asignación de recursos y la identificación de las oportunidades de diversificación."<sup>16</sup>

---

14 México:CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE, op.cit. supra, nota 5,p.15

15 Ibid.,p.16

16 Ibid.,p.16

"Se requiere de un análisis de cada uno de los proyectos que desarrolle la Universidad en términos de:

a) Los factores externos que determinan las oportunidades y amenazas en el sector de la educación superior en que se mueve la institución.

b) Factores que determinan las fortalezas y debilidades internas de la organización."<sup>17</sup>

#### **9) Infraestructura Organizacional y Administrativa.**

"La administración estratégica requiere del diseño de los procesos administrativos cruciales para apoyar el pensamiento estratégico y la toma de decisiones, en todos los niveles jerárquicos y a través de líneas de autoridad. Para tener éxito se requiere:

a) Una estructura organizacional apropiada

b) Procesos y sistemas administrativos formales de:

Planificación

Control administrativo

Compensación y recompensas

Información

c) La consolidación de una cultura organizacional

Estos procesos deben de manejarse, en forma integra por los más altos cuerpos colegiados encargados de tomar las decisiones y transmitir las hacia los niveles jerárquicos inferiores."<sup>18</sup>

---

17 México:CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE, op.cit. supra, nota 5,p.16

18 Ibid.,p.17

## 10) Gestión de recursos humanos

Una adecuada administración de los recursos humanos es necesaria para lograr los aspectos anteriores, "esto implica las siguientes área de decisión:

a) Reclutamiento y selección de alumnos, profesores y administrativos

b) Evaluación de los cargos administrativos, de docentes superiores con rango de autoridad y profesores en general.

c) Evaluación del desempeño de los docentes y administrativos y del rendimiento académico de los alumnos

d) Motivación y recompensa, incluyendo en esta última la compensación económica

e) Desarrollo de la carrera académica y funcionaria y de las políticas de capacitación al respecto

f) Relaciones laborales y participación."<sup>19</sup>

## 1.5 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

En mis años de trabajo en los centros universitario he observado que la estructuración de los nuevos planes de estudio o la actualización de los mismos, se realiza con la mejor de las intenciones y con la aportación

---

<sup>19</sup> México: CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE, op.cit. supra, nota 5, p.17

muy valiosa del cuerpo académico, pero con muy pocas herramientas para considerar los requerimientos del cliente.

La falta de herramientas de planeación, lleva con frecuencia a perder la visión de conjunto del plan de estudio y el perfil del trabajo termina influenciado por los académicos de mayor autoridad y no por una buena decisión en consenso del cuerpo académico

En éste trabajo se presentarán tres tipos de herramientas, una orientada a la toma de decisiones (capítulo 2), otra en la planeación de una materia, un curso o un plan de estudio que considere las necesidades del cliente (capítulo 3) y la tercera que permite sintetizar las especificaciones del producto. En el capítulo 5 se presenta un caso de estudio para ilustrar la aplicación de las herramientas descritas.

Las empresas emplean éstas herramientas para el diseño de sus nuevos productos. Este trabajo mostrará la utilidad de dichas herramientas, en un centro educativo.

## CAPITULO

## **2. ANALISIS JERARQUICO**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En muchas de las actividades del trabajo ordinario en un centro educativo la toma de decisiones depende de la evaluación de un conjunto de alternativas en términos de un número de criterios de decisión. Esto dificulta la tarea, ya que en muchos de los casos los criterios no son precisamente valores numéricos que se puedan ponderar bajo algún criterio generalmente aceptado. El proceso de análisis jerárquico puede proporcionar una manera efectiva para la adecuada evaluación de los datos en cuestión. Sin embargo, hay muchos datos de entrada críticos que hacen necesario estar consciente de éste hecho.

El proceso de análisis jerárquico (*The analytic Hierarchy Process*)<sup>20</sup> es un enfoque de toma de decisiones con multicriterios y fue presentado por Saaty (1977 y 1994). El AHP atrajo el interés de muchos investigadores principalmente debido a lo atractivo de las propiedades matemáticas del método y del hecho de que los datos requeridos de entrada son bastante fáciles de obtener. El AHP es una herramienta para la toma de decisiones la cual puede ser usada para resolver problemas con decisiones complejas. Usa una estructura jerárquica de multinivel de objetivos, criterios, subcriterios y alternativas. Los datos pertinentes

---

<sup>20</sup> Saaty, Thomas.L, Vargas, Luis.G, Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process, USA, Kluwer Academic Publishers, 2001, p.1

son derivados por el uso de un conjunto de comparaciones paritarias entre ellas, es decir, de a dos por vez. Esas comparaciones son usadas para obtener los pesos de importancia de los criterios de decisión y la medida de comportamiento relativo de las alternativas en términos individuales de cada criterio de decisión. Si las comparaciones no son perfectamente consistentes, entonces se proporciona un mecanismo para mejorar la consistencia.

EL AHP<sup>21</sup> ha sido una herramienta de decisión muy popular, ya que existen muchos problemas de la ingeniería que consisten en un conjunto de alternativas y de conjuntos de criterios de decisión. Otra de las razones, la cual ha contribuido a ampliar el uso de AHP, en las aplicaciones de ingeniería, es el desarrollo del software *Expert Choice* y posteriormente, muchos otros paquetes para computadora han sido desarrollados y están basados sobre los principios del AHP.

Se encuentran aplicaciones del AHP, en áreas como la manufactura integrada por computadora CIM<sup>22</sup>, cuando se desea mejorar el sistema hay un número de configuraciones disponibles para elegir, los diferentes sistemas son las alternativas. Las decisiones deberán considerar también conceptos tales como; costo, características de comportamiento, (velocidad del CPU, capacidad de memoria etc.), la disponibilidad del software y mantenimiento, así como en la evaluación de decisiones de inversión de tecnología, en sistemas de manufactura flexible, diseño de

---

21 Proceso de Análisis Jerárquico (Analytic Hierarchy Process)  
22 Manufactura Integral por computadora (Computer Integrated Manufacturing)

layout, localización de planta y en otros problemas de decisión.

Todos estos casos que muestran su amplia aplicación, es lo que motiva el planteamiento para ser usada como herramienta en la toma de decisiones en los retos que se presentan en la dirección y operación de los centros educativos. También se planteará el uso de esta herramienta como un auxiliar en el desarrollo del QFD<sup>23</sup> (*Quality function deployment*) que se presentará como una herramienta de planeación en el capítulo 3.

Con ésta herramienta permite contemplar alternativas cuantitativas o cualitativas "El proceso de análisis jerárquico, es un enfoque básico para la toma de decisiones. Está diseñado para contemplar ambas alternativas; las intuitivas y las racionales, para seleccionar lo mejor de un número de alternativas evaluadas con respecto a varios criterios."<sup>24</sup>

La forma simple de estructurar la decisión de un problema, es una jerarquización, que consiste en tres niveles: la meta de la decisión, al mas alto nivel, seguido por el segundo nivel que consiste de los criterios por los cuales las alternativas, localizadas en el tercer nivel, serán evaluadas. El propósito de esta estructura es hacer posible el juicio con la importancia de los elementos en un nivel dado con respecto a alguno o a todos los elementos en el nivel adyacente superior. Una vez desarrollada la estructura, la aplicación del AHP es sorprendentemente fácil.

---

23 Despliegue de la función de Calidad (Quality Function Deployment)

24 Saaty, Thomas, Vargas Luis G, op.cit supra nota 20, p.1

## 2.2 ESTRUCTURACIÓN DE UN PROBLEMA DE DECISIÓN

La forma de representar un problema para ser analizado bajo este método es la representación jerárquica, la relación de los diferentes criterios se ilustra en la Figura 1.

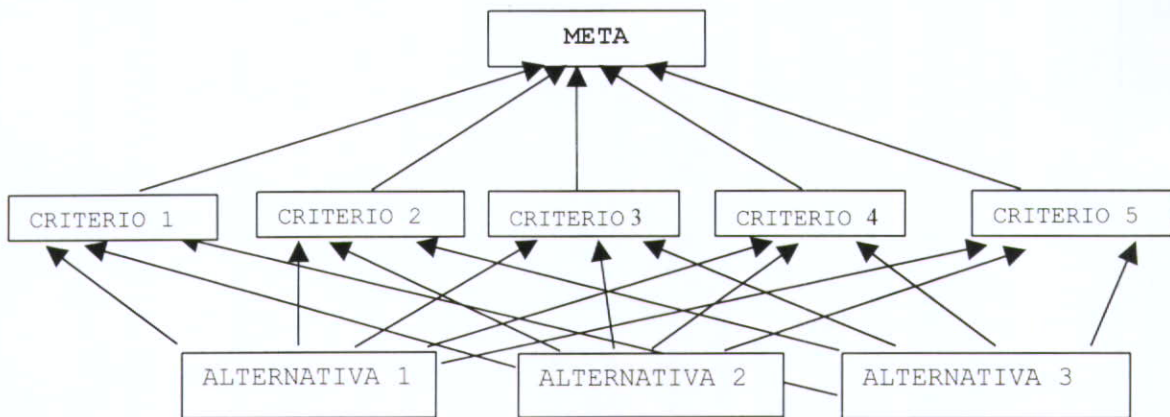


Figura 1. Estructura Jerárquica

Dibujar el diagrama de la estructura, no se debe de considerar como una simplificación del problema, sino más bien como una representación del problema, ya que debemos de incluir toda la información relevante y al detalle que permitan una descripción completa, considerando el ambiente que lo rodea, identificando las entradas o atributos que puedan contribuir a la solución del problema, y los participantes asociados con el problema, toda información es importante cuando se construye la estructura jerárquica.

Realizar un esquema como el anterior no es del todo ocioso, ya que éste arreglo permite una visión global de las complejas relaciones inherentes a la situación y a los juicios. También permite al tomador de decisiones valorar si se están comparando tópicos del mismo orden de magnitud.

Se puede tener la percepción que la estructura del problema es muy rígido, en realidad del autor del método aclara éste punto. "Los elementos a ser comparados deberían de ser homogéneos, pero no es necesario que la jeraquización sea tan estricta, esto es, un elemento en un nivel dado no tiene que funcionar como criterio para todos los elementos del nivel inferior. Así una jerarquía puede ser dividida en subjerarquías compartiendo solamente con un elemento superior común. Posteriormente el tomador de la decisión puede insertar o eliminar niveles y elementos como sea necesario para clarificar la tarea del conjunto de prioridades o en su defecto agudizar el enfoque de una o más parte del sistema.

Finalmente cuando los juicios han sido hechos sobre el impacto de todos los elementos y prioridades y se han realizado todos los cálculos de la jeraquización como un todo, algunas veces y con cuidado, los elementos menos importantes pueden ser desechados para posteriores consideraciones, debido a que el impacto es relativamente pequeño para el objetivo global."<sup>25</sup>

---

25 Saaty, Thomas, Vargas Luis G, op.cit supra nota 20, p.2

### 2.3 DOMINIO DEL AHP

"El proceso del análisis jerárquico es una teoría general de medición. Es usada para derivar una escala relativa a partir de comparaciones paritarias tanto discretas como continuas que están relacionadas en una estructura jerárquica de multinivel."<sup>26</sup>

El método puede considerar las mediciones físicas o los dominios sociales. Las comparaciones pueden ser tomadas a partir de la medición actual o de una escala de referencia que refleje los pesos relativos de las preferencias y de sentido común. Dado lo subjetivo que pueden resultar las comparaciones paritarias, el AHP tiene como preocupación la consistencia de los datos obtenidos, la medición de dicha consistencia, y la dependencia entre los grupos de elementos de su estructura.

En su forma general, AHP es un marco no lineal para conducir los pensamientos tanto inductivos como deductivos sin el uso de silogismos. Esto ha hecho posible tomar varios factores dentro de una consideración simultánea, permitido por la dependencia y por la retroalimentación, para obtener una solución numérica que nos permita llegar a una síntesis o conclusión.

---

26 Saaty, Thomas, L., Vargas, Luis G, op.cit supra nota 20, p.3

## **2.4 MEDICIONES ABSOLUTAS Y RELATIVAS**

“La sicología cognoscitiva ha reconocido desde hace tiempo, que los humanos hacen dos tipos de comparaciones: absoluta y relativa. En las comparaciones absolutas, las alternativas son comparadas con un estándar o línea de referencia la cual existe en la memoria y ha sido desarrollada a través de la experiencia. En las comparaciones relativas, las alternativas son comparadas en pares de acuerdo a un atributo común. El AHP ha sido usado con ambos tipos de comparaciones para derivar escalas de medición.”<sup>27</sup>

### **2.4.1 Mediciones Relativas**

Las mediciones relativas, se establecen para cada uno de los  $n$  elementos y se asigna un valor derivado de la comparación con otro elemento. Esta comparación por pares se realiza para un elemento respecto a los otros de la misma categoría que tienen una propiedad en común. El valor más pequeño se puede tomar como la unidad y los valores mayores como un múltiplo de éste. Se pueden ajustar los valores de estas relaciones con los valores de una escala fundamental de valores absolutos

---

27 Saaty, Thomas, L., Vargas, Luis G, op.cit supra nota 20, p.4

### **2.4.2 Medición absoluta**

La medición absoluta se establece en términos de valuación como; excelente, bueno, regular, malo ó en términos de una escala no numérica como por ejemplo; A para la prioridad más alta, B para la inmediata inferior y así sucesivamente para el número de opciones que se quiera usar en el estudio. La idea fundamental es no tener una asociación directa con un valor numérico que pueda sesgar el análisis de las comparaciones de las diferentes alternativas. Para el cálculo se debe de hacer una asignación de valores y se recomienda que los datos se normalicen, ya sea por división entre el valor más pequeño ó dividiendo todos los valores entre la suma de los mismos.

### **2.4.3 La escala fundamental**

Los juicios de comparaciones paritarias en el proceso de análisis jerárquico son aplicados a pares de elementos homogéneos, con una escala normalizada de 1 (igual importancia) a 9 (absolutamente más importante.) La escala fundamental de valores representa la intensidad de los juicios que se muestra en la tabla 1. Esta escala ha sido validada por su efectividad, no solo por sus aplicaciones, sino también a través de justificaciones teóricas de que la escala puede ser usada en comparaciones de elementos homogéneos. Es una escala normalizada de 1 (igual importancia) a 9 (absolutamente más importante)

Intensidad de importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia para dos criterios	Las dos actividades contribuyen igualmente al objetivo
2	Valor intermedio entre 1 y 3	
3	Importancia moderada de un criterio sobre el otro	Experiencia y juicio ligeramente a favor de una actividad sobre otra
4	Valor intermedio entre 3 y 5	
5	Importancia fuerte o esencial de un criterio sobre otro	Experiencia y juicio fuertemente a favor de una actividad sobre otra
6	Valor intermedio entre 5 y 7	
7	Muy fuerte o importancia demostrada de un criterio sobre otro	Una actividad es muy fuertemente favorecida sobre otra; su dominio esta demostrado en la práctica
8	Valor intermedio entre 7 y 9	
9	Importancia absoluta de un criterio sobre otro	La evidencia favorece una actividad sobre otra y es altamente posible su confirmación
Sobre la reciprocidad	Si la actividad $i$ tiene asignado un valor no-cero cuando se compara con la actividad $j$ , entonces $j$ tiene el valor recíproco cuando es comparada con $i$	
Racional	Las relaciones surgen de la escala	Los valores se deben de modificar en el caso de no obtener la consistencia en las comparaciones

**Tabla 1.** Escala Fundamental

## **2.5 SOLUCIÓN DE LOS PESOS Y CONSISTENCIA**

Ya planteado el problema, con base en la estructura y estableciendo las relaciones de los juicios por pares de los criterios entre sí, respecto al objetivo o meta, de las relaciones de las alternativas con respecto a cada uno de los criterios, se obtiene un conjunto de matrices de las que hay que obtener el vector de prioridades. Las matrices tienen la forma característica siguiente:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \dots & \frac{w_3}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

Los elementos  $a_{ij}$  de la matriz A representan la importancia de la alternativa i sobre la alternativa j y  $a_{jk}$  representa la importancia de la alternativa j sobre la alternativa k. En esta matriz A, todos los elementos son positivos y es una matriz simétrica con las siguientes propiedades:

1. - Reciprocidad  $w_{ij} = 1/w_{ji}$  Para todas  $i, j = 1, 2, \dots, n$
2. -Consistencia  $w_{ij} = w_{ik}/w_{jk}$  Para toda  $i, j, k = 1, 2, \dots, n$

Como todos los elementos de A son positivos, por el teorema de Frobenius-Perron existe siempre un valor propio  $\lambda > 0$  dominante, tal que su vector característico asociado  $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$  tienen todos sus componentes positivos y cumple con:

$$\sum_{j=1}^n v_j = 1$$

Se puede obtener este vector característico a partir de diferentes formas. Asumiendo que el vector de prioridades  $w = (w_1, \dots, w_n)$  con respecto a un criterio específico es conocido, se puede plantear la formulación de valores propios  $Aw = \lambda w$ .

Por lo tanto la matriz de comparaciones se multiplica por la derecha por  $w$ , para obtener  $nw$ :

Con base en las características de la matriz de comparaciones,  $A$ ,

$$A = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_n & w_n & \dots & w_n \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_n & w_n & \dots & w_n \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

El problema se puede plantear de la siguiente forma:  $Aw = \lambda_{\max}w$  donde  $\lambda_{\max}$  es el valor más grande del vector característico de la matriz  $A$ , y  $w$  es el vector de prioridades

Saaty establece que: "la solución se obtiene al elevar la matriz  $A$  a una potencia lo suficientemente grande, después sumar las filas y normalizar los resultados de las filas, para obtener el vector de prioridades  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ . El proceso se detiene cuando la

diferencia entre los componentes del vector de prioridades obtenido en la  $k$ -ésima potencia y la  $(k+1)$ -ésima potencia es menor que un predeterminado valor pequeño<sup>28</sup>. Sobre la base de lo anterior se puede establecer siguiente procedimiento:

### **2.5.1. Procedimiento numérico para obtener el vector de prioridades**

- a) Multiplicar  $A$  por  $A$
- b) Sumar todos los elementos de cada una de las filas de la matriz  $A^2$
- c) El resultado de la suma se normaliza, para obtener la primera iteración del vector de valores característicos
- d) Multiplicar  $A^2$  por  $A^2$
- e) Repetir los pasos b) y c) , para obtener la segunda iteración del vector característico
- f) Comparar los vectores obtenidos en c) y e) si la diferencia de entre elementos de estos vectores no es significativa, termina el proceso. En caso de ser necesario repetir los pasos d), e), y f) hasta obtener el vector característico de la matriz de comparaciones.

---

28 Saaty, Thomas, L., Vargas, Luis G, op.cit supra nota 20, p.4

Se ilustra el procedimiento en la Tabla 2, para la matriz de comparaciones A. Sea A igual a:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 \\ 2 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & .5 & 3 \\ 2 & 1 & 4 \\ .333 & .25 & 1 \end{bmatrix}$$

A					
1	0.5	3			
2	1	4			
0.3333	0.25	1			
					Vector
A*A = A <sup>2</sup>			Suma fila	Normalizado	
2.9999	1.75	8	12.750	0.3194	
5.3332	3	14	22.333	0.5595	
1.1666	0.66665	2.9999	4.833	0.1211	
			39.916		
A <sup>2</sup> *A <sup>2</sup> = A <sup>4</sup>					Diferencia
27.665	15.833	72.498	115.997	0.3196	-0.0002
48.331	27.666	126.664	202.661	0.5584	0.0011
10.555	6.041	27.665	44.261	0.1220	-0.0009
			362.920		
A <sup>4</sup> *A <sup>4</sup> = A <sup>8</sup>					Diferencia
2295.798	1314.06	6016.857	9626.711	<b>0.3196</b>	0.0000
4011.139	2295.87	10512.445	16819.456	<b>0.5584</b>	0.0000
875.987	501.39	2295.798	3673.177	<b>0.1220</b>	0.0000
			30119.345		

**Tabla 2.** Obtención del vector de Prioridades

El vector normalizado de prioridades  $w$  esta constituido por los valores (0.3196, 0.5584, 0.1220). El valor de  $\lambda_{max}$  obtenido con el uso de MatLab<sup>29</sup>, para la matriz del ejemplo es;  $\lambda_{max} = 3.0183$ . En la Tabla 3. Se puede observar que  $Aw = (\lambda_{max})w$ .

A			Lamda max	3.0183	
			w	A*w	lamda max*w
1	0.5	3	0.3196	0.9647	0.9647
2	1	4	0.5584	1.6855	1.6855
0.3333	0.25	1	0.1220	0.3681	0.3681

**Tabla 3.** Comparación de  $Aw = (\lambda_{max})w$

Una forma sencilla de obtener un valor aproximado de  $\lambda_{max}$ , cuando se tiene el valor exacto (ó un valor estimado) del vector  $w$  en su forma normalizada, es sumando los elementos de cada una de las columnas de la matriz  $A$  y el vector que se obtiene multiplicarlo por el vector  $w$ ; el resultado que se obtiene es  $\lambda_{max}$ . En la Tabla 4 se ilustra este procedimiento.

A			
1	0.5	3	
2	1	4	
0.3333	0.25	1	
			w
Suma de las columnas			0.3196
3.3333	1.75	8	0.5584
			0.1220
lamda max = Suma de columnas * w =			3.01826559

**Tabla 4.** Valor de  $\lambda_{max}$

<sup>29</sup> Software Matemático de *The Math Works Inc.*

El valor de  $\lambda_{\max}$ , es un dato muy importante para determinar la consistencia de los juicios de la matriz de A.

El método anterior es fácil de programar para encontrar el vector de prioridades y con el procedimiento mostrado al final, obtener el valor de  $\lambda_{\max}$ .

Sí se tiene el valor de  $\lambda_{\max}$ , que depende de los valores de la matriz de comparaciones A, se plantea un método analítico para la obtención del vector de prioridades, partiendo de la ecuación:  $Aw = \lambda_{\max}w$

$$Aw = \lambda_{\max} w$$

$$Aw - \lambda_{\max} w = 0$$

$$w[A - \lambda_{\max} I] = [0]$$

$$w_{n \times 1} = [A - \lambda_{\max} I]_{n \times n}^{-1} [0]_{n \times 1}$$

Este es un método alternativo que elimina el procedimiento de aproximaciones sucesivas y permite comparar los resultados obtenidos por el otro método. Es importante aclarar la diferencia entre [I] y [0]. La primera es la matriz identidad y la segunda es un vector transpuesto de n unos.

La tabla 5. ilustra la solución numérica de éste planteamiento:

			Lamda max	3.0183																																					
A			(lamda max)I																																						
1	0.5	3	3.0183	0	0																																				
2	1	4	0	3.0183	0																																				
0.3333	0.25	1	0	0	3.0183																																				
A - (lamda max)I			(A - (lamda max)I) <sup>-1</sup>			1																																			
-2.018	0.500	3.000	-9686.6	-5544.1	-25385.9	1																																			
2.000	-2.018	4.000	-16923.5	-9686.9	-44353.2	1																																			
0.333	0.250	-2.018	-3695.9	-2115.4	-9686.6	1																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3"><math>((A - (\lambda_{\max})I)^{-1}) (1)</math></th> <th colspan="2"><math>w_n</math></th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3">Normalizado</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>-40616.6</td> <td></td> <td colspan="2">0.3196</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>-70963.6</td> <td></td> <td colspan="2">0.5584</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>-15497.9</td> <td></td> <td colspan="2">0.1220</td> </tr> <tr> <td>Suma</td> <td></td> <td>-127078.1</td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>							$((A - (\lambda_{\max})I)^{-1}) (1)$			$w_n$					Normalizado					-40616.6		0.3196				-70963.6		0.5584				-15497.9		0.1220		Suma		-127078.1			
$((A - (\lambda_{\max})I)^{-1}) (1)$			$w_n$																																						
			Normalizado																																						
		-40616.6		0.3196																																					
		-70963.6		0.5584																																					
		-15497.9		0.1220																																					
Suma		-127078.1																																							

**Tabla 5.** Método analítico de Solución del vector de prioridades

Como se puede observar se obtienen los mismos resultados para el vector de prioridades normalizado (w)

Lo importante es contar con algún procedimiento que nos permita obtener tanto el vector de prioridades w como el valor de  $\lambda_{\max}$ .

## 2.6 CONSISTENCIA DEL VECTOR DE PRIORIDADES

EL vector se obtiene para la solución de un problema en el cual la matriz A está formada por los juicios  $w_i/w_j$  ¿Cuál es la consistencia estimada de la matriz A?. "La matriz A original en si misma no es necesariamente consistente, ya que en realidad un valor  $A_1$  pudo ser preferido, con respecto a  $A_2$  ó  $A_3$ , ó  $A_2$  respecto a  $A_3$  ó  $A_3$  respecto a  $A_1$ . Se puede medir el error debido a la inconsistencia. La matriz A es consistente sí y solo sí  $\lambda_{max.} = n$ <sup>30</sup>, es por esto, que la matriz A debe tener siempre una  $\lambda_{max} \Rightarrow n$ , para asegurar la consistencia de los juicios que forman la matriz A.

El Índice de Consistencia de la matriz de comparaciones esta dado por

$$C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)}$$

La razón de consistencia (C.R.) se obtiene dividiendo el C.I. entre el valor que corresponde a la tabla de Índice de consistencia aleatorio promedio (R.I.), que se presenta en la Tabla 6.

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

---

30 Saaty, Thomas,L.,Vargas,Luis G, op.cit supra nota 20,p.9

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de consistencia aleatorio (R.I.)	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

**Tabla 6.** Índice de consistencia Aleatorio

El C.R. debe de ser menor a 0.10 , en el caso de ser mayor se deben de revisar los juicios del problema en estudio y repetir el cálculo del C.R., hasta obtener la condición de consistencia.

## **2.7 PLANTEAMIENTO DE LA JERARQUÍA DE LA ESTRUCTURA**

El vector de prioridades corresponde a la solución particular de una matriz de comparaciones dada, por lo que la importancia de éste resultado dependerá del nivel de jerarquía a la que pertenezca dicha matriz. El planteamiento de la jerarquía de la estructura permite establecer con creatividad, diferentes relaciones tanto para los criterios como para las alternativas, lo que hace que este método sea muy dinámico y flexible en sus planteamientos.

El autor del método establece que: "El principio básico para crear esta estructura es siempre el ver si se puede responder a la siguiente pregunta ¿Se puede comparar los elementos de un nivel inferior en términos de alguno o todos los elementos del nivel superior próximo?"<sup>31</sup>.

---

31 Saaty, Thomas, L., Vargas, Luis G, op.cit supra nota 20, p.9

### 2.7.1 Sugerencias para elaborar el diseño

El autor del método presenta la siguiente lista de sugerencias<sup>32</sup> para el planteamiento de la estructura del problema

1 Identificar la meta global. ¿Qué está tratando de cumplir? ¿Cuál es la pregunta principal?

2 Identificar las submetas de la meta global. Si es relevante, identificar el horizonte de tiempo que afecte a la decisión.

3 Identificar los criterios que se deben de satisfacer para cumplir las submetas de la meta global

4 Identificar los subcriterios de cada criterio. El criterio de un subcriterio puede ser establecido en término de rangos de valores de parámetros ó en términos de intensidades verbales, tales como alta, medio ó bajo.

5 Identificar a los actores implicados

6 Identificar los actores metas

7 Identificar los actores políticos

8 Identificar las opciones o resultados

9 Tome el valor del resultado más conveniente y compare la relación costo beneficio de tomar la decisión contra el hecho de no hacerla. Hacer lo mismo cuando haya varias alternativas para elegir.

10 Hacer un análisis de costo/beneficio usando valores marginales.

---

32 Saaty, Thomas, L., Vargas, Luis G, op.cit supra nota 20, p.10

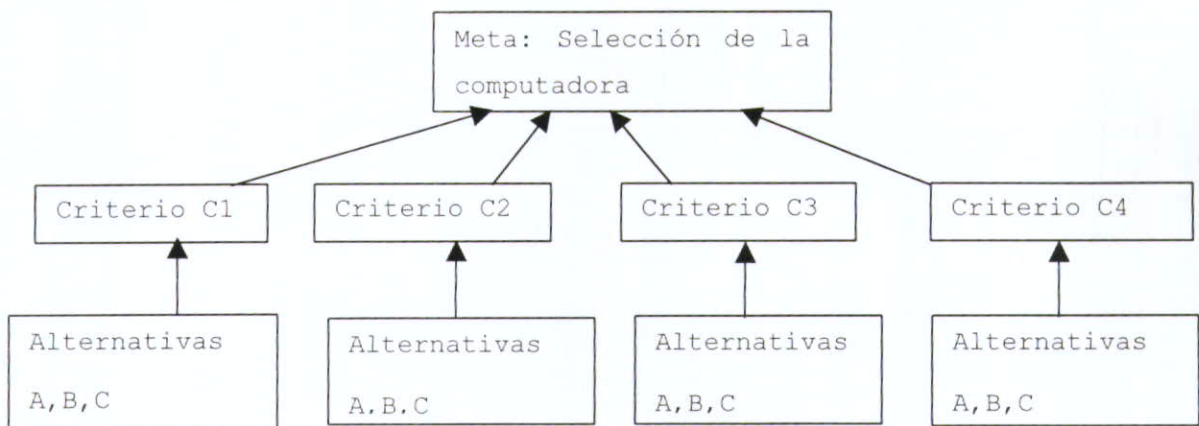
## 2.8 ILUSTRACIÓN NUMÉRICA DEL MÉTODO

El objetivo es seleccionar una computadora, bajo los siguientes criterios:

C1	Actualización del Hardware
C2	Mantenimiento del Hardware
C3	Disponibilidad de Financiamiento
C4	Uso amigable

Se tienen tres alternativas de marca, que para el ejemplo, se nombran como A, B, C.

La figura 2. muestra la estructura jerárquica del problema



**Figura 2.** Estructura del Problema

Las matrices de comparaciones para cada uno de los criterios y las tres alternativas son:

C1: Actualización del hardware	A	B	C	Vector de prioridades
A	1	5	8	0.733
B	1/5	1	4	0.199
C	1/8	1/4	1	0.068

$\lambda_{\max} = 3.094$  ,  $CI = 0.047$ ,  $CR = 0.081$

C2: Mantenimiento del hardware	A	B	C	Vector de prioridades
A	1	5	1/3	0.287
B	1/5	1	1/6	0.078
C	3	6	1	0.635

$\lambda_{\max} = 3.094$  ,  $CI = 0.047$ ,  $CR = 0.081$

C3: Disponibilidad de Financiamiento	A	B	C	Vector de prioridades
A	1	7	5	0.731
B	1/7	1	1/3	0.081
C	1/5	3	1	0.188

$\lambda_{\max} = 3.065$  ,  $CI = 0.032$ ,  $CR = 0.056$

C4: Uso amigable	A	B	C	Vector de prioridades
A	1	5	4	0.674
B	1/5	1	1/3	0.101
C	1/4	3	1	0.226

$\lambda_{\max} = 3.086$  ,  $CI = 0.043$ ,  $CR = 0.074$

Los cuatro criterios entre sí	C1	C2	C3	C4	Vector de prioridades
C1	1	5	3	7	0.554
C2	1/5	1	1/3	5	0.133
C3	1/3	3	1	6	0.267
C4	1/7	1/5	1/6	1	0.046

$\lambda_{\max} = 4.237$  ,  $CI = 0.079$ ,  $CR = 0.0876$

Para obtener la prioridad final se forma una matriz con los vectores de prioridades, las filas son las alternativas y las columnas las prioridades, y se multiplica cada una de las filas por el vector de prioridades de los criterios.

El método original utiliza los vectores de prioridades normalizados, para obtener la síntesis del análisis. El método revisado, también llamado "ideal", transforma los vectores de prioridades, dividiendo cada uno de los elementos por el elemento de mayor valor.

El método ideal ha sido sometido a diferentes estudios y ha demostrado ser más consistente. En 1994, Evangelos Triantaphyllou y Stuart H. Mann<sup>33</sup>, publicaron un estudio que muestra algunos casos de inestabilidad del método, reconociendo que el método ideal tiene un mejor comportamiento.

En este ejemplo presentaremos las dos síntesis de los resultados, y en las aplicaciones posteriores se usará el método ideal.

Síntesis del resultado con el método original normalizado

Alternativa	C1	C2	C3	C4		Vector de prioridades	Prioridad Final
A	0.733	0.287	0.731	0.674	C1	0.554	0.670
B	0.199	0.078	0.081	0.101	C2	0.133	0.147
C	0.068	0.635	0.188	0.226	C3	0.267	0.183
					C4	0.046	

---

33 Computer and Industrial Engineering, Vol.26, No. 3, pp 609-618, 1994

Síntesis del resultado con el método ideal

Alternativa	C1	C2	C3	C4		Vector de prioridades	Prioridad Final
A	1	0.452	1	1	C1	0.554	0.927
B	0.271	0.123	0.111	0.149	C2	0.133	0.203
C	0.092	1	0.258	0.335	C3	0.267	0.269
					C4	0.046	

El vector de prioridad final se normaliza, obteniendo:

Alternativa	Prioridad final normalizada "Ideal"
A	0.663
B	0.145
C	0.192

Los resultados de los dos métodos son:

Alternativa	Prioridad Final normalizada	Prioridad final normalizada "Ideal"
A	0.670	0.663
B	0.147	0.145
C	0.183	0.192

La mejor alternativa es la A en ambos casos, en este caso no afecta al resultado, pero se nota que existe un cambio en los pesos de los resultados.

## CAPITULO

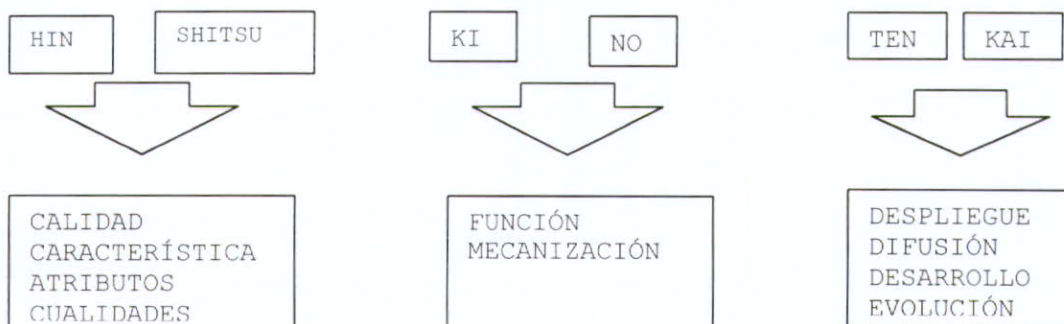
### 3. LA FUNCIÓN DESPLIEGUE DE LA CALIDAD (QFD) (*Quality function deployment*)

#### 3.1 INTRODUCCION

La aplicación del QFD en la planeación de las actividades en un centro educativo implica definir el ámbito de atención de las necesidades del cliente. ¿Cuáles son los ámbitos más importantes? Responder a esta pregunta nos puede llevar a una discusión muy amplia, ya que atiende a una amplia variedad de opiniones; pero en el sentido práctico, lo podemos concretar en dos grandes áreas: la actividad operativa, con la filosofía y el carácter de la institución y la planeación de del mapa curricular de un programa o una academia en lo específico. Primero se presentarán las generalidades de esta metodología, la forma de estructurarla y, finalmente, en el capítulo 5 la aplicación para el diseño de un plan de estudios.

#### 3.2 LA DEFINICIÓN DE QFD

Su origen es japonés y ésta metodología fue introducida a los Estados Unidos de Norte América a principio de los 80, con la presentación de traducciones de artículos que mostraban observaciones de las aplicaciones japonesas. El nombre es una adecuación de un significado más amplio que tienen los *kanjis* del idioma de origen, que pueden ser interpretados de la siguiente forma:



Se ha tomado como traducción el primer conjunto de interpretación de los *kanjis*, y que en el idioma que lo dio a conocer al mundo occidental se identifica como *Quality Function Deployment*, y su acrónimo QFD, es el término que más lo identifica, por lo que será la forma de identificarlo en este trabajo.

### **3.3 EL CONCEPTO DE QFD**

Para asegurar la permanencia de la empresa en el mercado, cada institución debería tener un proceso para monitorear y actualizar lo que los clientes quieren, necesitan y esperan de los productos que se ofrecen y conocer el nivel de satisfacción de los mismos. La empresa se enfrenta al dinamismo de las expectativas del mercado, los avances tecnológicos y los cambios en las necesidades del cliente, como parte del juego de la permanencia de la institución. La QFD es una metodología para la planeación de productos y servicios, "sirve como mecanismo formal para escuchar la voz del consumidor en todas y cada una de las etapas del desarrollo del producto"<sup>34</sup>, las voces del cliente son los datos de entrada a este proceso.

Los requerimientos y expectativas de los clientes son los impulsos que mueven el desarrollo para la modificación del producto o para el diseño de un producto nuevo. El uso de éste método nos conduce a escuchar la voz del cliente y a examinar la respuesta de la empresa para atender la pauta que el mercado le dicta. Lo más importante es desarrollar una respuesta por parte de la empresa que tenga como objetivo principal el atender al cliente.

---

<sup>34</sup> González Espinosa, Marvin E., *La Función Despliegue de la Calidad*, México, 2000, p. 13

Se requiere de un trabajo en equipo que sea capaz, mediante la conjunción de la cooperación de todos, de remover una gran cantidad de barreras funcionales, tener como compromiso mejorar y atender las necesidades del cliente. Implica un gran reto, ya que dichas voces pueden conducir a modificar la estructura y los procedimientos con los que se trabaja actualmente.

Es importante aclarar que:

QFD no es una simple herramienta, es un proceso de planeación. Es un plan de organización para el uso efectivo de otras herramientas técnicas para soportar y complementar las prioridades.

QFD tiene su origen en el cliente y asistirá a la organización a entender lo que el cliente necesita para incrementar su satisfacción.

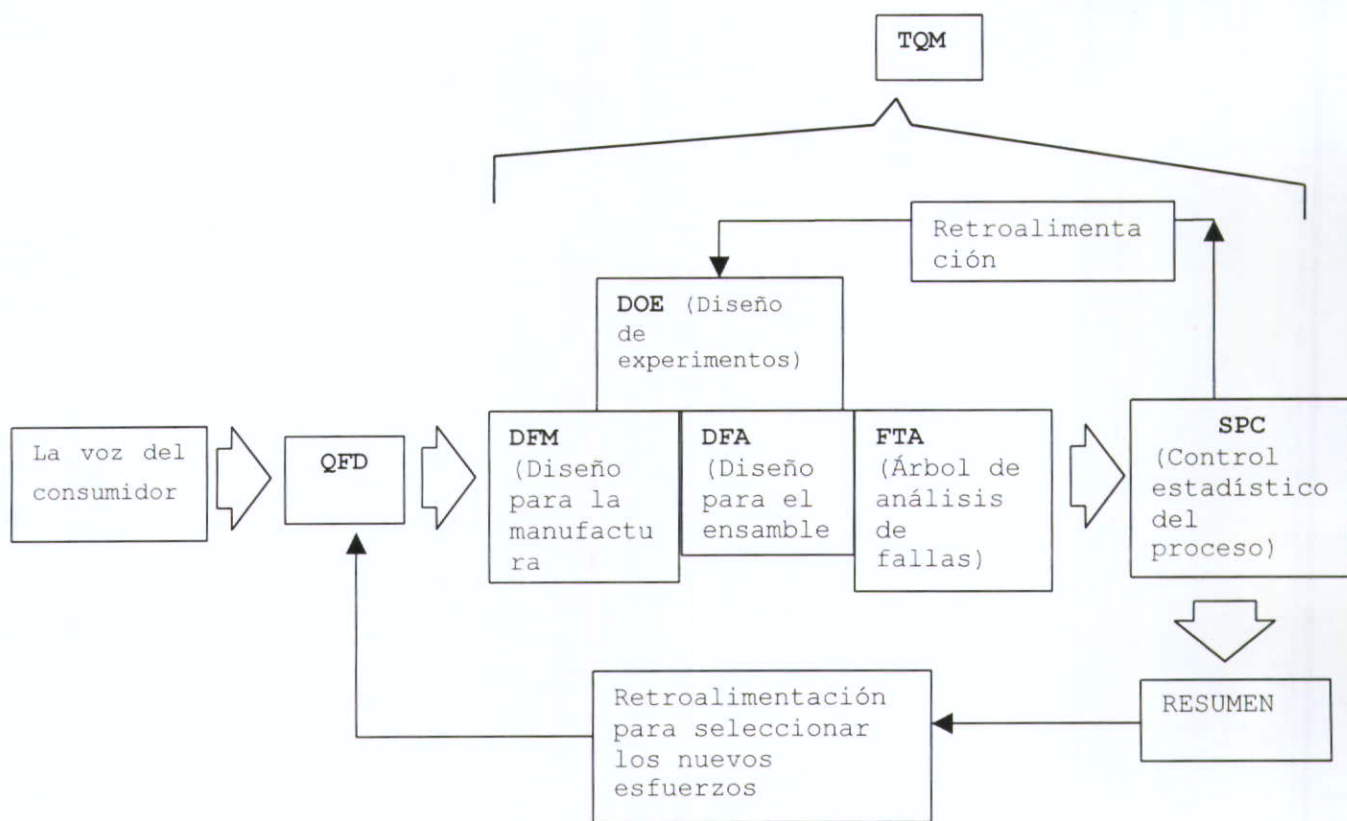
QFD esencialmente fuerza a una organización a tener contacto con las personas que usan sus productos.

QFD usa una matriz para mostrar información vital del proyecto de una forma breve y con un formato. Éste formato facilita el examen, la correlación y el análisis para determinar la distribución de las prioridades y las acciones claves para mejorar la satisfacción del cliente.

### **3.3 RELACIÓN DEL QFD CON OTRAS HERRAMIENTAS DE CALIDAD E INGENIERIA**

La selección de los aspectos que son prioritarios para incrementar la satisfacción del cliente, provee a la empresa con

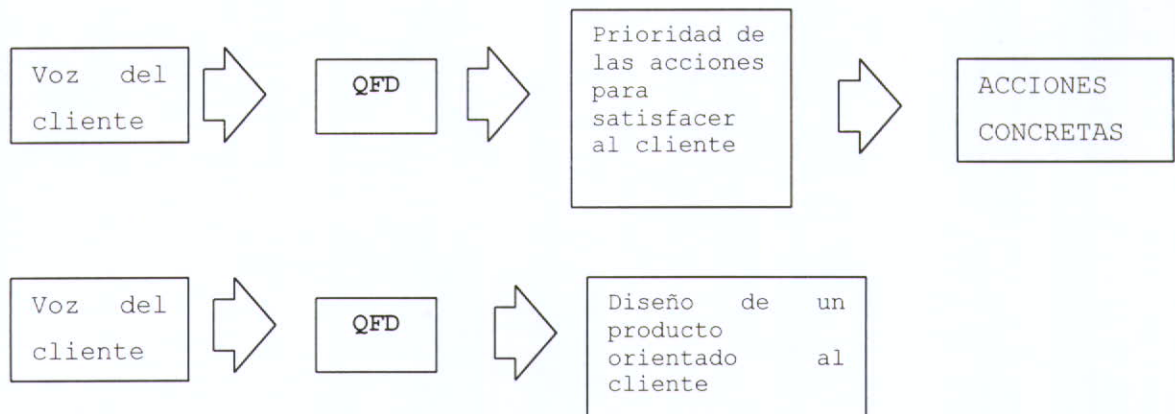
distintos enfoques del producto. Se deben de cuidar las características que ya proporcionan una satisfacción, con el manejo adecuado de los procesos y procedimientos existente. Hay que mantener lo que ya se hace bien y, en otro sentido, el proceso de QFD enfocará hacia los requerimientos en los que el producto no es competitivo actualmente. Estos son los puntos que conducirán a una efectiva aplicación de las herramientas asociadas con la Gestión total de la calidad (TQM)<sup>35</sup>, que se ilustra en la Figura 3.



**Figura 3.** La relación del QFD y otras herramientas Técnicas del TQM

35 TQM del inglés *Total Quality Management*

El modelo de ésta metodología se puede plantear con dos enfoques muy específicos, uno dirigido a establecer las áreas que tienen el mayor impacto para lograr las expectativas del cliente, y el otro, la planeación del diseño de un producto con un enfoque del mercado. Se ilustra en los diagramas de la Figura 4.



**Figura 4.** Enfoques del QFD

Este proceso debe ser visto desde una amplia perspectiva, como una metodología que unirá a la empresa con sus clientes y que asiste a la empresa en los procesos de planeación. Frecuentemente las organizaciones se enfocan en "¿Cómo construir una matriz de QFD?", con la idea de que el hecho de construirla llevará al objetivo. Esto es un error que se debe de evitar. El propósito no es construir matrices, sino obtener el trato con el cliente y usar este conocimiento para diseñar productos que satisfagan al cliente.

## 3.5 LA JUSTIFICACIÓN DEL QFD

### 3.5.1 ¿Para qué hacer QFD?

- Para evitar diseñar algún producto o procedimiento que no sea necesario.

- Diseñar o comprar lo que el cliente quiere.
- Se puede incrementar la calidad.
- Conocer los retos, el alcance y optimizar los costos.
- Se puede incrementar el valor agregado de la empresa.
- Se puede mejorar la comunicación tanto interna ó externa, vertical ó horizontal.

- Desafiar en forma realista las especificaciones.
- Visualizar los caminos alternativos de un conjunto de necesidades documentadas al menor costo.

- Emplear el mínimo de tiempo en el rediseño de un producto.
- Reducir la cantidad de problemas a resolver durante el proceso y al final de la producción.

### 3.5.2 ¿En que áreas QFD puede tener impacto?

- Selección óptima de los materiales.
- Simplificación de los métodos de manufactura.
- Ubicación de planta
- Áreas de servicios ó negocios.
- Ensamblés rápidos

- Calidad requerida a bajo costo.
- Mayor valor agregado al cliente.
- Menor tiempo para el desarrollo y diseño de los productos
- Seguimiento de la ruta de las decisiones.

La aplicación de una metodología que implique un cambio sustancial en la manera de hacer las cosas en una organización, tendrá que sortear una gran cantidad de barreras, independientemente de los beneficios que su aplicación pueda generar.

### **3.5.3 Algunas de las barreras más comunes:**

- Falta de soporte o participación de los niveles directivos superiores
- Parálisis de la información.
- Establecimiento de un nuevo sistema de retribuciones.
- No se tiene tiempo para éstas cosas. ¡Hay que ser productivos!
- Ya todo está hecho.
- Falta de entendimiento de su valor.
- Ya se está aplicando ó el ya se aplicó y no funcionó.
- Miedo a hacer algo nuevo.
- Es la herramienta del mes del jefe.

En resumen se puede decir que, el QFD se debería de usar en cualquier momento, si se desarrolla o mejora cualquier producto o servicio y especialmente si se trata de desarrollar o mejorar algo, y se inicia del nivel macro y se espera llegar el nivel micro, cambios en el mercado de productos tradicionalmente fuertes y si el producto o servicio se diseñará con orientación al mercado.

No usar QFD; cuando solamente se haga una simple matriz, si no hay tiempo suficiente para obtener la información del cliente en la forma correcta, se está en una situación de emergencia en el proceso y los elementos críticos se están perdiendo, el problema en realidad es de toma de decisiones de alternativas y que se puedan aplicar otras técnicas o métodos de análisis de riesgos.

### **3.6 PASOS PARA CONSTRUIR EL DIAGRAMA**

Para construir el diagrama se pueden seguir los siguientes pasos:

#### **3.6.1 Paso 1**

Determinar los "Qué" del cliente, la metodología a seguir debe de ser con rigor científico para que la información, que es el punto de partida, sea confiable y tenga un buen punto de inicio. Es importante la realización del cuestionario, la selección de la muestra y la aplicación del mismo. Es útil recurrir a un especialista para obtener la información. La información obtenida de las encuestas se debe de traducir a un lenguaje apropiado para el uso de la empresa y cuando las respuestas sean muy variadas, la herramienta del Diagrama de Afinidad puede ser empleada para obtener un número manejable de "QUÉS" para la construcción del QFD.

Los QUÉ


### 3.6.2 Paso 2

Se analizan los QUÉS del cliente para encontrar los "CÓMOS", que correspondan a cada QUÉ. En ocasiones puede haber más de un CÓMO para un QUÉ; si son relevantes hay que anotarlos. No perder de vista que la matriz es un método para agrupar y analizar información, por lo que se debe de evitar hacerla de gran tamaño. Sólo hay que anotar lo importante.

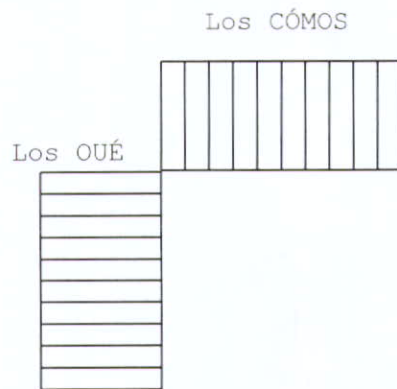
Los QUÉ


Los CÓMOS


En el análisis de los CÓMOS puede resultar que uno o varios de éstos, por su importancia, se les deba realizar un análisis como un QUÉ y encontrar los CÓMOS relacionados con este punto en particular.

### 3.6.3 Paso 3

En el análisis de la relación de los QUÉS y los CÓMOS, se encuentra que existe más de una relación y que para un QUÉ existen varios CÓMOS. Con la finalidad de simplificar el estudio se colocan los CÓMOS en forma perpendicular a los QUÉS, para establecer las relaciones y su importancia



### 3.6.4 Paso 4

El análisis de la importancia de los CÓMOS en relación de los QUÉS se hace en una escala simbólica y ponderada:

- Relación débil
- Relación media
- Relación fuerte

Para la evaluación numérica de la relación se le pueden asignar valores a los símbolos, los valores comúnmente asociados con estas relaciones son; 1 para la débil, 3 para la media y 9 para fuerte. La simbología y los valores no están estandarizados, por lo que se puede utilizar otros símbolos y otras ponderaciones. El diagrama presenta la forma siguiente:

		CÓMOS			
QUÉS					
	●	△		○	
	○		△		○
		●		△	
	○		△	○	
		○	△		●

El diagrama hasta aquí construido, permite una visualización del peso de estas relaciones y que permitirá hacer una evaluación cuantitativa en el paso siguiente.

### 3.6.5 Paso 5

Para calcular el peso de los CÓMOS, es necesario establecer una importancia relativa de los QUÉS con una escala de ponderación, en este trabajo se recomienda usar el Análisis Jerárquico de Saaty , con una escala de 1 al 9 y que se explica en el capítulo 2 . Con estos valores se pueden calcular los CÚANTOS de los CÓMOS, multiplicando la columna de los QUÉS por cada una de las columnas de los CÓMOS y el resultado es la suma de las multiplicaciones. El valor obtenido se analiza para determinar la importancia absoluta y relativa de los CÓMOS, lo más ordinario es el cálculo del porcentaje y la construcción de un gráfico de Pareto. El resultado del QFD en este paso se ilustra en la Figura 5.

## CÓMOS

QUÉS		CÓMOS				
Ponderación						
	3	● 3x9=27	△ 3x1= 3		○ 3x3=9	
	2	○ 2x3= 6		△ 2x1=2		○ 2x3=6
	5		● 5x9=45		△ 5x1=5	
	1	○ 1x3= 3		△ 1x1=1	○ 1x3=3	
	9		○ 9x3=27		△ 9x1=9	● 9x9=81
		27+6+3=36	3+45+27=75	2+1=3	9+5+3+9=26	6+81=87
		15.86%	33.04%	1.32%	11.45%	38.33%

△ =1  
○ =3  
● =9

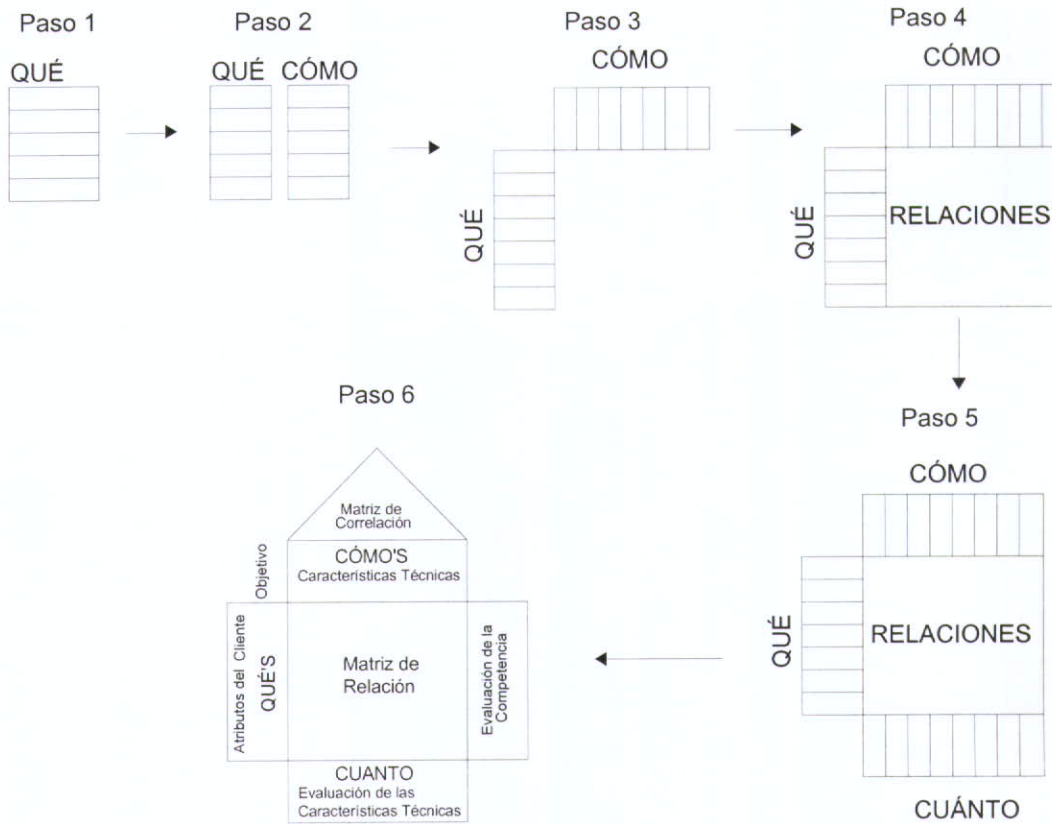
**Figura 5.** Resultados de la Matriz de QFD

### 3.6.6 Paso 6

La construcción del diagrama hasta el punto anterior, permite obtener conclusiones y la toma de acciones concretas para la solución del problema. El análisis se puede ampliar para establecer la correlación entre los CÓMOS , con una escala simbólica similar a la empleada para establecer las relaciones entre los QUÉS y los CÓMOS, así como para un análisis de la competencia. EL diagrama puede tener la forma de la Figura 5.



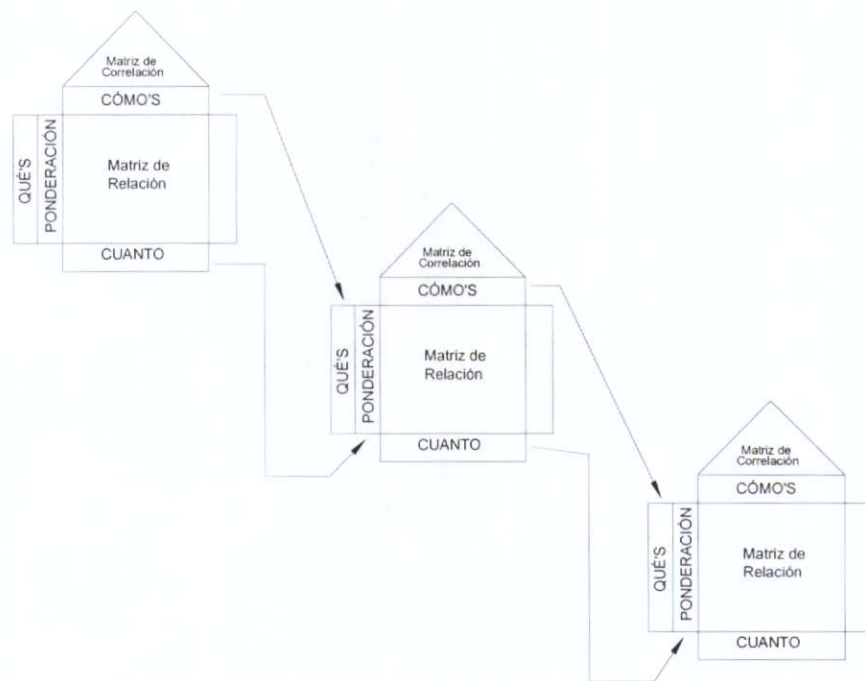
En resumen en la Figura 7. se representan los seis pasos en un diagrama de flujo para ilustrar , con una visión de conjunto el proceso de construcción.



**Figura 7.** Diagrama de Flujo para la construcción del QFD

En función del objetivo del proyecto se pueden realizar análisis de QFD en cascada, ahora los QUES de la siguiente matriz serán los COMOS de la anterior, hasta llegar al nivel deseado del detalle del análisis. Tomando como valor de ponderación de estos QUES los valores obtenidos del CUANTO de los COMOS, la Figura 8. muestra en resumen éste procedimiento.

El empleo de una nueva metodología implica un gran reto, que vale la pena afrontar si se quiere ser de los mejores en el mundo competitivo de las empresas.



**Figura 8.** El QFD en cascada

## CAPITULO

### **4. DIAGRAMA DE AFINIDAD**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

En el desarrollo de un proyecto para diseñar un producto, que atienda a las necesidades del cliente, es importante captar la mayor cantidad de los conceptos que él tiene asociados con el producto. Esto lleva a tener un número grande de datos, de temas diversos que en muchas ocasiones aparentan no tener alguna relación.

El trabajo de síntesis de la información permitirá un manejo adecuado para lograr traducir en una lista de especificaciones los requerimientos y expectativas del cliente. La información que se obtenga en esta etapa del trabajo serán los datos de inicio para la construcción del diagrama de QFD.

El primer paso es lograr la lista de estos conceptos y en un paso posterior y mediante el uso de una metodología, establecer las relaciones existentes y agrupar la información en grupos y subgrupos, de tal forma que se reduzca el número de conceptos, de manera que nos permita ponderar su importancia y reflejar las preferencias del usuario.

La metodología que se propone para realizar este trabajo es la del diagrama de afinidad. El diagrama de afinidad ó método KJ (Kawakita Jiro) usa la afinidad entre palabras relacionadas por el tema bajo análisis, de una manera parcial o gradual, con el fin de entender sistemáticamente la estructura de un problema. Esta herramienta permite organizar en forma de grupos afines el conjunto de datos, opiniones,

temas o ideas que se tienen sobre un problema específico y resulta ser de gran utilidad si se tiene un número grande de datos. El éxito de un buen DA<sup>36</sup> es proporcional al número de datos en estudio. Es útil contar con un método de trabajo en el análisis de un problema, "El DA es una herramienta muy útil a la hora de lograr que un grupo de personas analice un tema determinado, no de forma lógica e intelectual, sino de forma creativa"<sup>37</sup>

Se recomienda usar DA bajo las siguientes condiciones:

1 Los conceptos no se encuentran perfectamente delimitados por su complejidad o por su extensión.

2 EL tema sobre el que se quiere trabajar es confuso.

3 Se quiere cambiar el enfoque tradicional de la solución del problema.

4 Se cuenta con muchos expertos y se requiere de un consenso para iniciar una solución.

5 Se quiere abordar un problema de manera directa.

En que casos no se recomienda la utilización de esta herramienta:<sup>38</sup>

a) El problema a abordar es sencillo.

---

35 DA es el acrónimo que se empleara para Diagrama de Afinidad

37 Vilar Barrio, José Francisco, Las Siete Nuevas Herramientas para la mejora de la Calidad, Madrid, Fundación Confemetal, 1998, p 25.

38 *Ibíd.*, p.26

b) Es necesario disponer de la solución rápidamente.

## **4.2 CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE AFINIDAD**

Para la utilización de esta herramienta se recomienda seguir los siguientes pasos:

### **4.2.1 Constituir un equipo correcto**

Se reúne un equipo de cuatro a seis personas. Es conveniente la presencia de diversos niveles de experiencia y variedad de perspectivas; además es deseable que ya se tenga experiencia en el trabajo en equipo y que se conozca del tema.

### **4.2.2 Describir el objetivo**

Es preciso realizar una declaración del objetivo que se quiere alcanzar ó del resultado que se espera obtener. La declaración debe tener un sentido amplio y neutral, claramente entendido y acordado por todos los miembros del equipo.

### **4.2.3 Recoger los datos verbales**

Es posible que estos datos ya estén disponibles al haber sido registrados previamente. Si no es así, las ideas serán generadas mediante el uso de la tormenta de ideas. "En una sesión de media hora se pueden obtener mas de 50 ideas"<sup>39</sup>

---

<sup>39</sup> Vilar Barrio, José Francisco, op.cit. supra, nota 37, p.25

#### **4.2.4 Transferir datos a notas o tarjetas**

Los datos reunidos son desglosados en frases independientes con un solo significado evidente y solo una frase registrada en una tarjeta (un *Post it* es recomendable ya que permite su manejo). Si el proceso de obtención de los datos fue mediante una tormenta de ideas, se recomienda que los datos se transfieran tal como se generaron. El objetivo es "capturar la esencia del pensamiento"<sup>40</sup>.

#### **4.2.5 Desplegar las tarjetas de datos.**

Las tarjetas obtenidas se pegan a un panel o pizarra, plano de papel o cualquier superficie, en forma aleatoria, de tal forma que se tenga una visión global de todas las ideas.

#### **4.2.6 Clasificar las ideas.**

Este paso es muy importante; se trata de agrupar las ideas en función de la afinidad que tienen unas con otras. Este proceso se puede llevar bajo el siguiente procedimiento:<sup>41</sup>

a) Comenzar detectando dos tarjetas, cuyas ideas tengan afinidad entre sí y situarlas juntas en un extremo de la superficie.

---

<sup>40</sup>Vilar Barrio, José Francisco, op.cit. supra, nota 37, p. 29

<sup>41</sup>Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Internacional.  
<http://www.aiteco.com>

b) Buscar otras tarjetas que estén relacionadas entre sí o con la agrupación ya conformada.

c) Repetir el proceso hasta que todas las tarjetas hayan sido agrupadas.

d) Las tarjetas que no encajen en ningún grupo pueden quedarse solas ó ser reunidas en un grupo propio.

Lo más adecuado en esta fase es la actuación en silencio por parte de los miembros del equipo, moviendo y agrupando las tarjetas según su propio criterio. De esta manera se evitan discusiones, al tiempo que se estimula un modo de pensamiento original. Evidentemente, el desacuerdo es probable ya que se ha de actuar con rapidez según el criterio individual. De ésta manera, puede darse el caso de que una tarjeta cambie de lugar en varias ocasiones. En el caso de no alcanzarse el consenso, pueden hacerse duplicados de las tarjetas de manera que las ideas aparezcan en más de un grupo

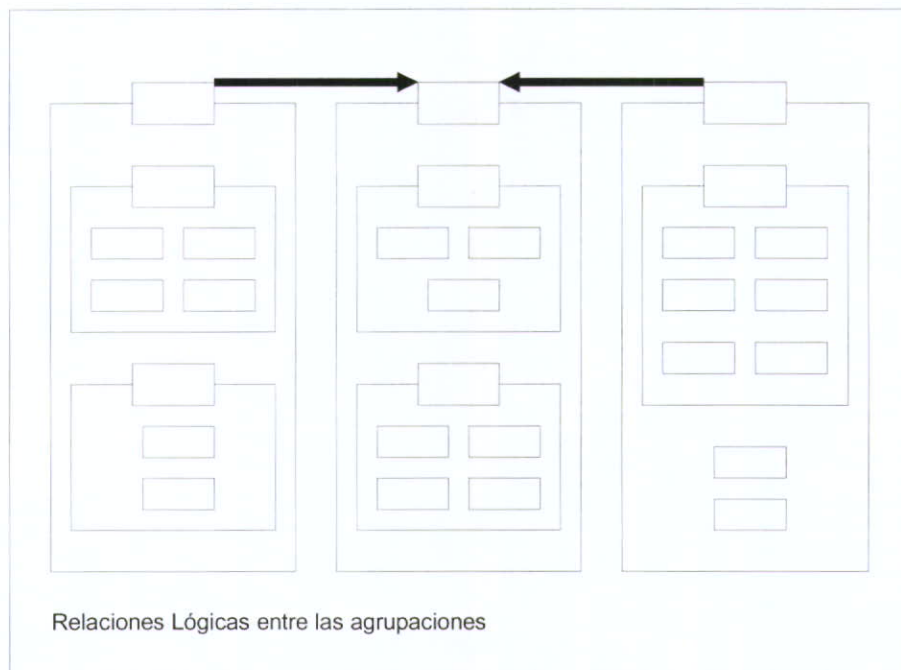
#### **4.2.7 Crear una tarjeta de título para cada agrupación**

El título o encabezamiento es una idea que refleja la relación esencial que define una agrupación de ideas. Esta idea principal es escrita en otra tarjeta, con términos claros y precisos, de modo que pueda ser comprendida por cualquier persona, aunque no pertenezca al equipo de trabajo. Este título deberá transmitir el significado de todas las tarjetas del grupo en muy pocas palabras. Dicha tarjeta será colocada encima del grupo de datos a que se refiere. Este proceso se

repite hasta que todos los grupos tengan nombre. De ser necesario el encabezamiento de los grupos pueden a su vez ser agrupados bajo otros de un nivel superior, que recoja las relaciones existentes entre ellas

#### 4.2.8 Dibujar el Diagrama de Afinidad

Para ello, se escribe la formulación del problema en la parte superior del diagrama. Posteriormente, se situarán los encabezamientos, también en la parte superior, sobre sus respectivos grupos de ideas. La Figura 9. muestra estas relaciones.



**Figura 9.** Diagrama de Afinidad

#### 4.2.9 Discusión

Terminada la fase de la descripción y análisis del problema, los elementos del equipo pueden discutir sobre las relaciones que se puedan establecer entre los grupos. Se pueden dibujar sobre una tarjeta adhesiva, para evitar errores y lograr el consenso. Si resulta útil, se le puede asignar una puntuación que indique la importancia relativa de los grupos. La escala de valores la puede establecer en consenso los integrantes del equipo. Los criterios para la asignación pueden ser sencillos tales como:

- a) Poco importante.
- b) Importante pero no crítico.
- c) Importante y crítico.
- d) Muy importante y crítico.

Es claro que se requiere de otras herramientas para lograr el objetivo de atender los requerimientos del cliente, "Un DA es una herramienta poderosa para consolidar muchas ideas en sólo unas pocas ideas claves. Sin embargo no indica cuándo ni cómo tomar acción sobre las ideas o cuáles de éstas son más importantes"<sup>42</sup>. Esta técnica nos permite organizar la información, con criterios de afinidad, mediante el uso del Análisis jerárquico de Saaty se hará la ponderación de la importancia relativa de estas ideas.

---

<sup>42</sup>Vilar Barrio, José Francisco, op.cit. supra, nota 37, p. 35

## CAPITULO

# 5. CASO DE ESTUDIO: APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS Y PLANEACIÓN

### 5.1 ANTECEDENTES

Se plantea la necesidad de modificar el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Electromecánica a un esquema que permita a los alumnos elegir una especialización en el plan de estudio. Para definir qué especialidades se debería de ofrecer a los alumnos, se aplicó una encuesta a los empresarios con el objetivo de detectar que conocimientos y habilidades deberían de tener los egresados de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

### 5.2 APLICACIÓN DEL DIAGRAMA DE AFINIDAD

#### 5.2.1 Obtención de la lista de conceptos

Se aplicó un cuestionario en el que se pedía al encuestado que indicara de manera abierta los aspectos más importantes y deseables en la experiencia de los alumnos. El estudio se realizó en empresas con diferentes giros, ya que la finalidad es atender al mercado laboral de la zona occidente del país. Las respuestas fueron muy técnicas y eliminando las que eran muy repetitivas se tiene el siguiente listado:

Lista de requerimientos para los egresados

- 1 Ser capaz de Seleccionar Instrumentos de medición
- 2 Conocer el modo de actuación de los sensores de una máquina

- 3 Interpretar y analizar los diagramas de un equipo automatizado
- 4 Construir sistemas automáticos para las operaciones de "Pick and place"
- 5 Ser capaz de diseñar y construir equipos automáticos para pruebas de vida
- 6 Ser capaz de transformar máquinas manuales a automáticas
- 7 Saber programar PLCs
- 8 Manejar el uso de PLCs para el control de automatismos
- 9 Conocer los diferentes sistemas para el control de velocidad de motores de CA y CD
- 10 Ser capaz de instalar equipos eléctricos y electrónicos
- 11 Conocer el manejo de señales a distancia
- 12 Diseño y modelado de prototipos automatizados
- 13 Conocer el uso del LAB VIEW
- 14 Ser capaz de obtener comunicación entre equipos mediante un bus de datos
- 15 Dominar el manejo de señales analógicas y digitales
- 16 Saber calcular un sistema de transmisión de velocidad y potencia
- 17 Conocer el uso y la aplicación del vareador de frecuencia
- 18 Ser capaz de controlar automáticamente la velocidad de un motor de CA
- 19 Dominar el uso de los motores a pasos
- 20 Ser capaz de establecer un protocolo de comunicación
- 21 Ser capaz de aplicar los convertidores analógicos-digitales
- 22 Tener la capacidad de implementar sistemas de medición
- 23 Dominar el diseño y selección de pistones neumáticos
- 24 Tener experiencia en la selección y control de válvulas electro neumáticas

- 25 Ser capaz de diseñar mecanismos simples
- 26 Tener el conocimiento del manejo de los puertos RS-232C,  
*Centronics, Ethernet*
- 27 Saber especificar los diferentes sensores de proximidad
- 28 Tener conocimiento del manejo de sensores ópticos e infrarrojos
- 29 Manejar algún sistema de adquisición de datos
- 30 Saber calcular sistemas de transmisión por poleas y bandas
- 31 Tener conocimientos de programación de puertos
- 32 Conocer las técnicas de instrumentación virtual
- 33 Saber realizar análisis de frecuencia (*JTFA Joint time-frequency analysis*)
- 34 Ser capaz de interpretar circuitos neumáticos

En el resultado no se indican el número de menciones ya que la finalidad de la encuesta fue la de detectar las necesidades y/o expectativas del cliente.

### **5.2.2 Integración del Equipo de trabajo**

Se integra el equipo con cuatro personas y se explica la actividad a desarrollar. El perfil del equipo es el siguiente:

- 1 Profesor con 20 años de experiencia
- 2 Profesor con 21 años de experiencia en la industria y 10 años de docente.
- 3 Auxiliar del laboratorio de Ingeniería
- 4 Profesor con 15 años de experiencia en un área diferente a la especialidad.

### **5.2.3 Definición del objetivo:**

Encontrar las diferentes áreas del conocimiento para formar un plan de estudios para una de las especialidades del nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

### **5.2.4 Recolección de los datos**

Los datos están expresados en la lista anterior del resultado de la encuesta.

### **5.2.5 Transferir datos a notas o tarjetas**

Cada uno de los datos de la lista del punto 5.2.1, se escriben en tarjetas para realizar el análisis.

### **5.2.6 Desplegar las tarjetas de datos.**

Las tarjetas ya puestas en una pizarra se muestran en la Figura 10. Por presentación de la visión de conjunto se presentan en la página siguiente.

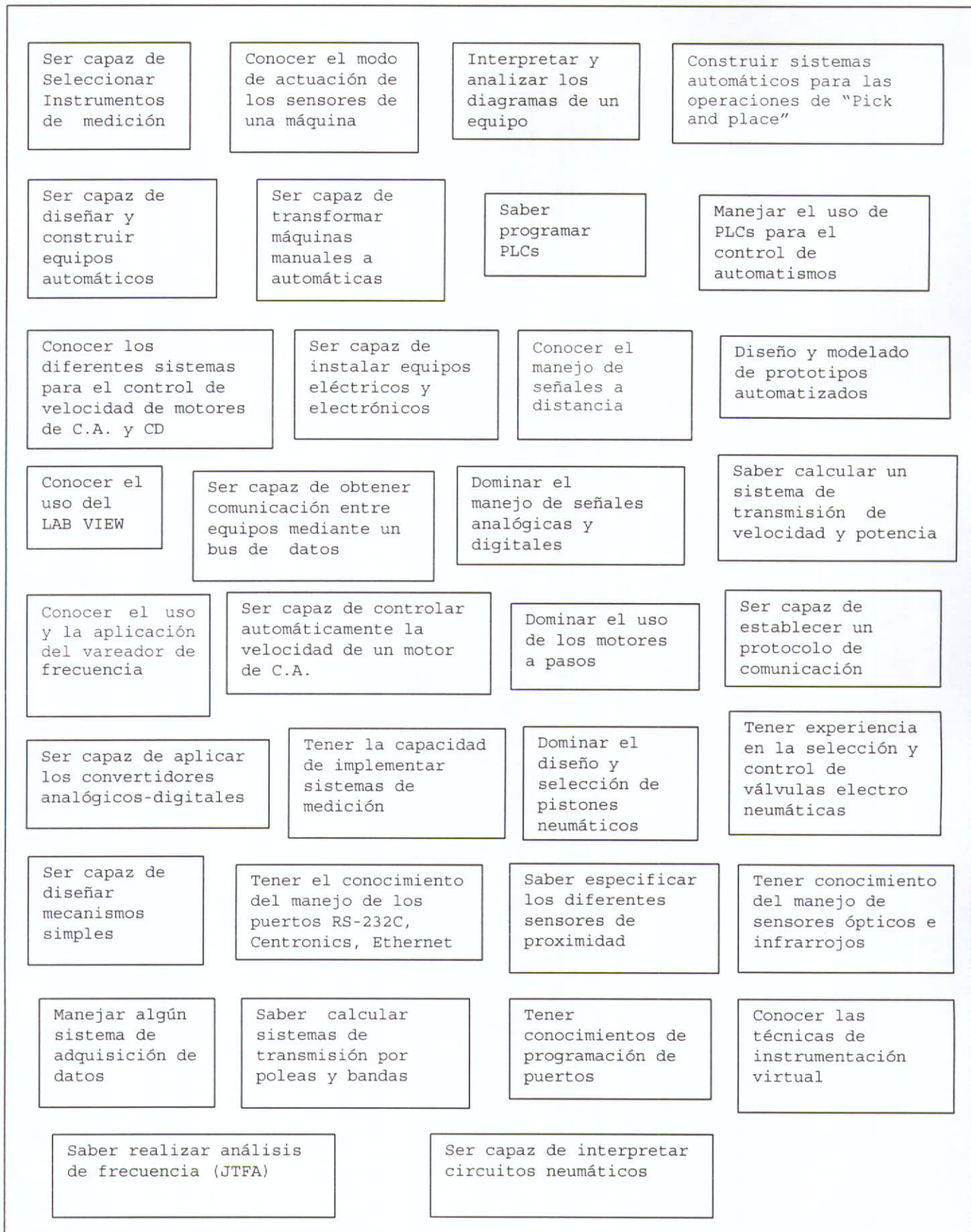
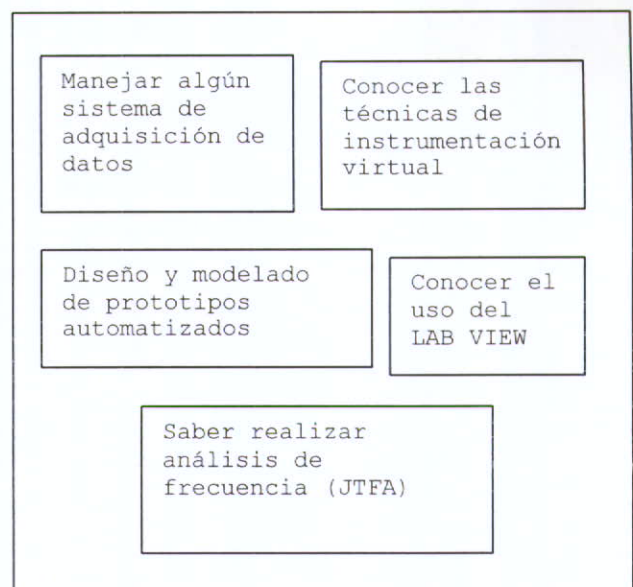
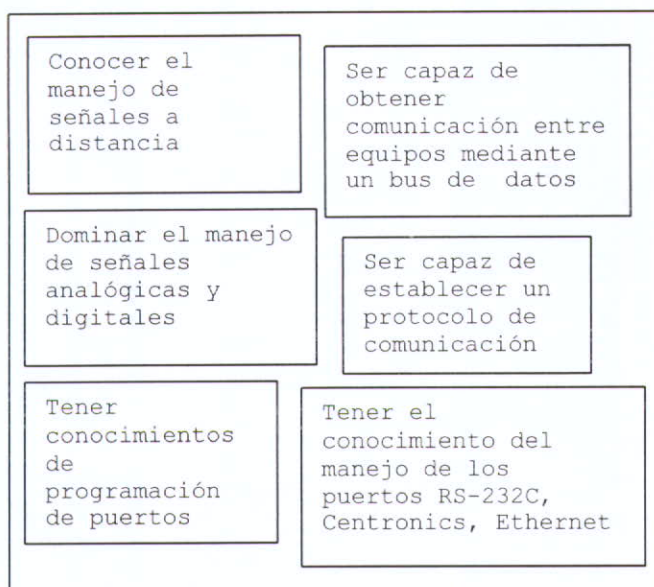
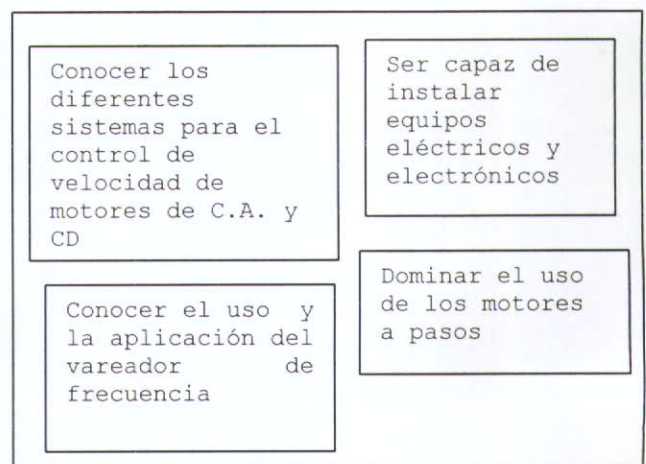
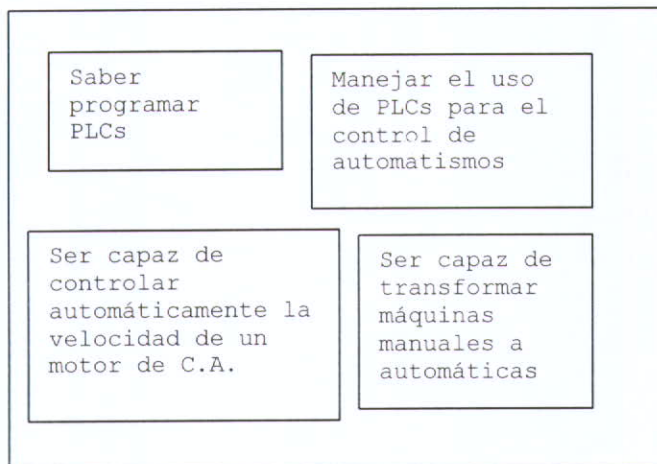
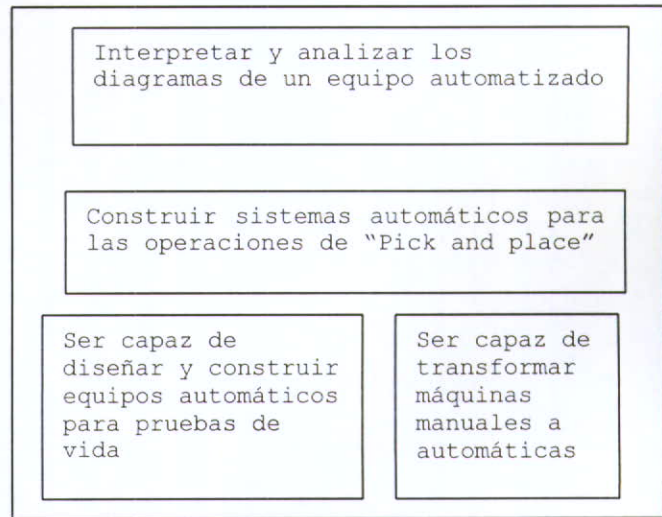
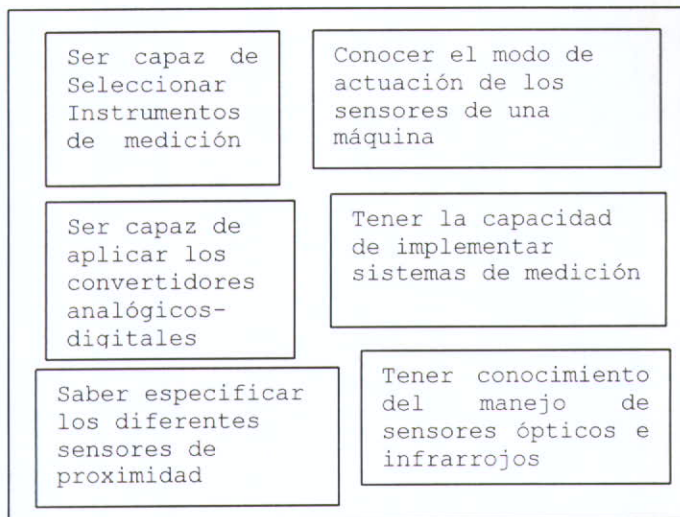
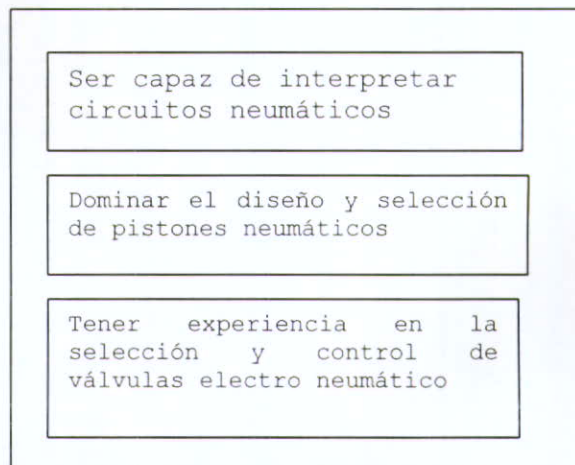
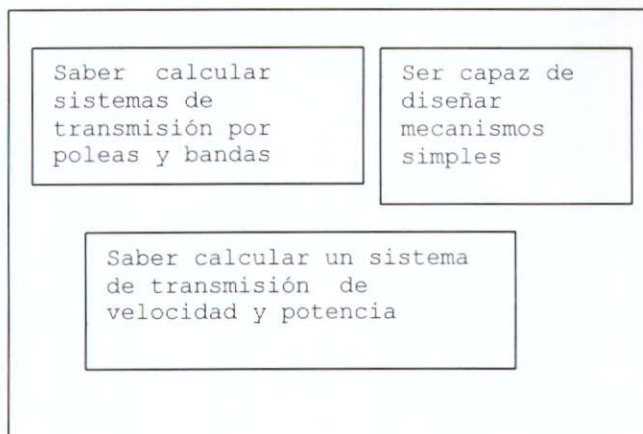


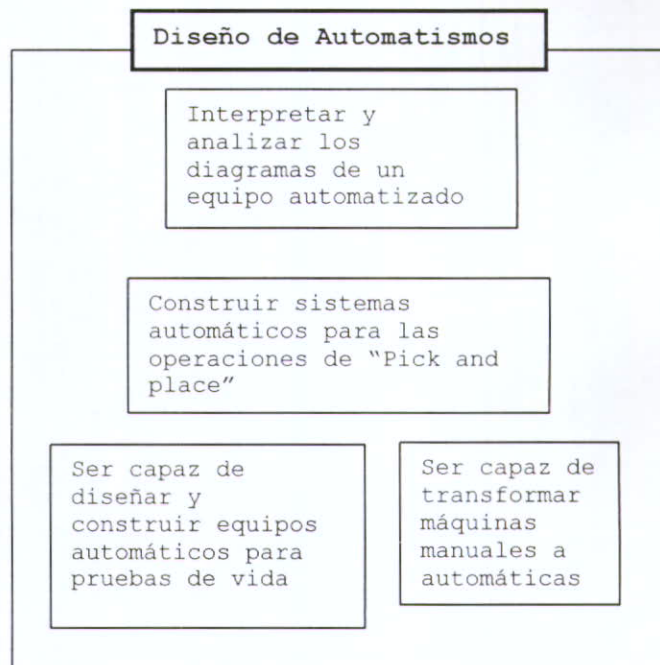
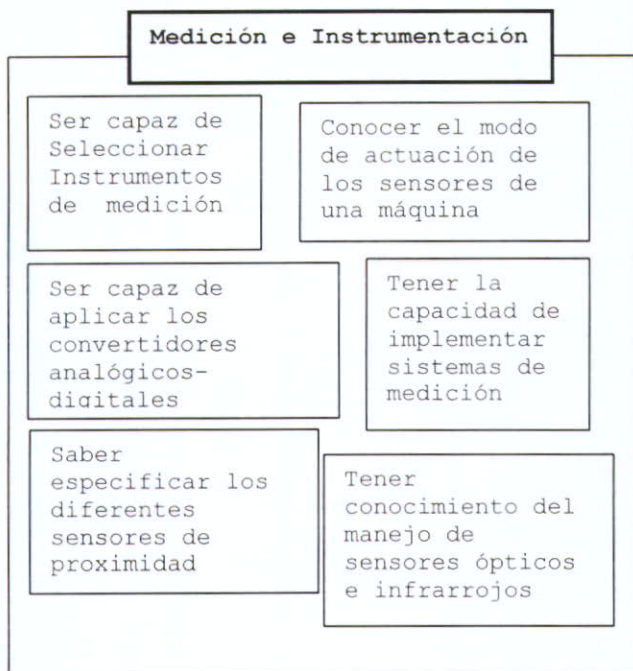
Figura 10. Visión de Conjunto de los Datos

### 5.2.7 Clasificar las ideas.





### 5.2.8 Crear una tarjeta de título para cada agrupación



### Controladores Lógicos Programables

Saber programar PLCs

Manejar el uso de PLCs para el control de automatismos

Ser capaz de controlar automáticamente la velocidad de un motor de C.A.

Ser capaz de transformar máquinas manuales a automáticas

### Máquinas Eléctricas

Conocer los diferentes sistemas para el control de velocidad de motores de C.A. y CD

Ser capaz de instalar equipos eléctricos y electrónicos

Conocer el uso y la aplicación del varedor de frecuencia

Dominar el uso de los motores a pasos

### Comunicaciones y Redes

Conocer el manejo de señales a distancia

Ser capaz de obtener comunicación entre equipos mediante un bus de datos

Dominar el manejo de señales analógicas y digitales

Ser capaz de establecer un protocolo de comunicación

Tener conocimientos de programación de puertos

Tener el conocimiento del manejo de los puertos RS-232C, Centronics, Ethernet

### Simulación Electrónica

Manejar algún sistema de adquisición de datos

Conocer las técnicas de instrumentación virtual

Diseño y modelado de prototipos automatizados

Saber realizar análisis de frecuencia (JTFA)

Conocer el uso del LAB VIEW

### Transmisiones mecánicas

Saber calcular sistemas de transmisión por poleas y bandas

Ser capaz de diseñar mecanismos simples

Saber calcular un sistema de transmisión de velocidad y potencia

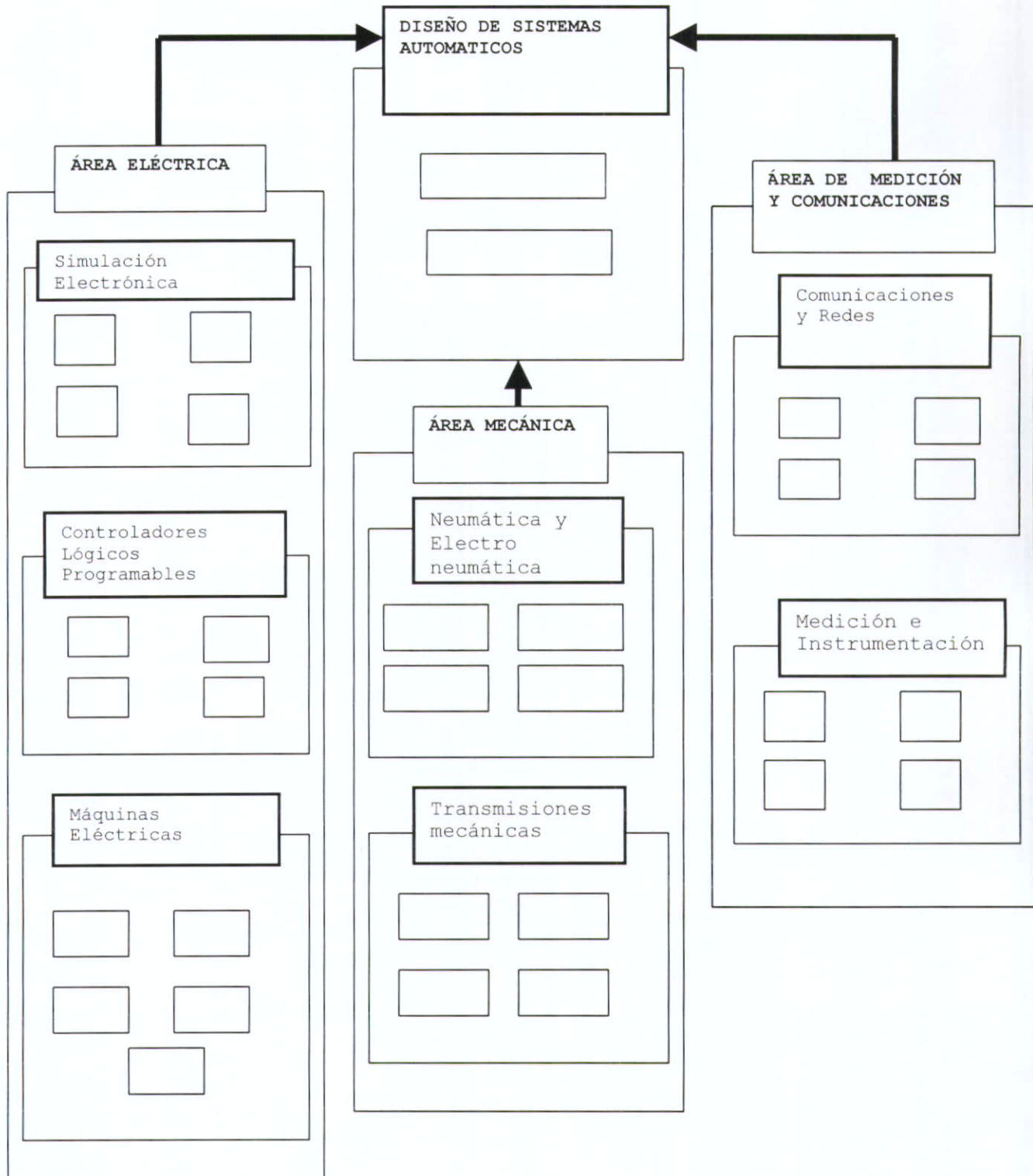
### Neumática y Electro neumática

Ser capaz de interpretar circuitos neumáticos

Dominar el diseño y selección de pistones neumáticos

Tener experiencia en la selección y control de válvulas electro neumático

### 5.2.9 Dibujar el Diagrama de Afinidad



## 5.2.10 Discusión y Conclusiones

1 Del resultado del diagrama de afinidad se obtienen los temas principales: que son cabecera de los grupos o subgrupos:

DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS

ÁREA ELÉCTRICA

ÁREA MECÁNICA

ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES

2 El objetivo central de la especialidad deberá ser; El Diseño de Sistemas Automáticos, que contemplará los siguientes temas centrales:

Análisis e interpretación de Sistemas

Sistemas *Pick and Place*

Sistemas Prueba de vida

Transformar Máquinas

3 Los contenidos de las tres áreas Eléctrica, Mecánica y Medición, estarán orientados a proporcionar soporte para colaborar al objetivo central.

4 La área Eléctrica comprenderá los siguientes temas:

Simulación Electrónica

Controladores Lógicos Programables

Máquinas Eléctricas

Éstos temas se pueden integrar en un solo curso o dividirse de acuerdo con el resultado del análisis de la importancia relativa de los temas.

5 La área Mecánica comprenderá los siguientes temas:

Neumática y Electroneumática

Mecanismos y Transmisiones

Que se analizarán para determinar el tiempo necesario para su estudio

6 El área de Medición y Comunicaciones comprenderá los siguientes temas:

Comunicaciones y Redes

Medición e Instrumentación

Un estudio de la importancia de ésta área con relación a las anteriores determinará el porcentaje del tiempo dedicado a éstos temas.

### 5.3 DETERMINACIÓN DE LA IMPORTANCIA RELATIVA

De acuerdo con el método del análisis jerárquico de Saaty, descrito en el capítulo 2 de éste trabajo, se obtienen los siguientes resultados para el análisis:

#### 5.3.1 Importancia igual entre las Áreas

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	1	1	1
ÁREA MECÁNICA	AM	1	1	1	1
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	1	1	1	1
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	1	1	1	1

RESULTADOS

AREAS			CR	0
ÁREA ELÉCTRICA	0.25	25%		
ÁREA MECÁNICA	0.25	25%		
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.25	25%		
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.25	25%		
	1	100%		

#### 5.3.2 Importancia débil de una de las Áreas

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	2	2	2
ÁREA MECÁNICA	AM	0.5	1	1	1
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.5	1	1	1
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	0.5	1	1	1

RESULTADOS

AREAS			CR	0
ÁREA ELÉCTRICA	0.4	40.0%		
ÁREA MECÁNICA	0.2	20.0%		
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.2	20.0%		
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.2	20.0%		
	1	100%		

### 5.3.3 Importancia moderada de una de las Áreas

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	3	3	3
ÁREA MECÁNICA	AM	0.33333	1	1	1
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.33333	1	1	1
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	0.33333	1	1	1

RESULTADOS

AREAS			
ÁREA ELÉCTRICA	0.5	50.0%	CR 0
ÁREA MECÁNICA	0.1666	16.7%	
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.1666	16.7%	
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.1666	16.7%	
	1	100%	

### 5.3.4 Importancia moderada "plus" de una de las Áreas

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	4	4	4
ÁREA MECÁNICA	AM	0.25	1	1	1
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.25	1	1	1
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	0.25	1	1	1

RESULTADOS

AREAS			
ÁREA ELÉCTRICA	0.57142857	57.1%	CR 0
ÁREA MECÁNICA	0.14285714	14.3%	
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.14285714	14.3%	
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.14285714	14.3%	
	1	100%	

### 5.3.5 Importancia fuerte de una de las Áreas

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	5	5	5
ÁREA MECÁNICA	AM	0.2	1	1	1
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.2	1	1	1
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	0.2	1	1	1

RESULTADOS

AREAS			
ÁREA ELÉCTRICA	0.625	62.5%	
ÁREA MECÁNICA	0.125	12.5%	
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.125	12.5%	
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.125	12.5%	
	1	100%	

CR 0

### 5.3.6 Importancia muy fuerte de una de las Áreas

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	7	7	7
ÁREA MECÁNICA	AM	0.1428571	1	1	1
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.1428571	1	1	1
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	0.1428571	1	1	1

RESULTADOS

AREAS			
ÁREA ELÉCTRICA	0.7	70.0%	
ÁREA MECÁNICA	0.1	10.0%	
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.1	10.0%	
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.1	10.0%	
	1	100%	

CR 0

### 5.3.7 Importancia extrema de una de las Áreas

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	9	9	9
ÁREA MECÁNICA	AM	0.11111	1	1	1
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.11111	1	1	1
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	0.11111	1	1	1

RESULTADOS

AREAS		
ÁREA ELÉCTRICA	0.75	75.0%
ÁREA MECÁNICA	0.0833	8.3%
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.0833	8.3%
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.0833	8.3%
	1	100%

CR 0

Los resultados muestran el impacto de una de las área respecto a las otras tres y en todos los casos el CR tiene un valor de cero, lo que indica la no participación en el análisis de los otros factores, por lo que el análisis se debe de repetir.

El resultado para la máxima importancia relativa en el caso de cuatro factores es de 75% y un 8.3% para cada uno de los otros tres factores.

### 5.3.8 Balance entre áreas

El resultado de un análisis con la participación de todas las áreas, proporciona la siguiente información:

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	2	2	2
ÁREA MECÁNICA	AM	0.5	1	2	2
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.5	0.5	1	0.5
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	0.5	0.5	2	1

RESULTADOS

AREAS		
ÁREA ELÉCTRICA	0.39052	39%
ÁREA MECÁNICA	0.27614	28%
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.13807	14%
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.19526	20%
	1	100%

CR 0.04493

El valor de CR resulta ser menor a 0.1 y mayor que cero, y se puede considerar como aceptable.

El análisis permite obtener un número grande de soluciones, lo importante del resultado que se seleccione, es la participación y el consenso de los integrantes del equipo. Si tan solo uno de ellos no aceptara lo relativo de su área respecto a una de las otras y se aumenta la importancia relativa respecto a una de las áreas, se tiene el siguiente resultado:

La importancia moderada del Diseño de Sistemas Automáticos, respecto a las otras áreas. Presenta el siguiente resultado:

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	2	2	0.3333
ÁREA MECÁNICA	AM	0.5	1	2	0.3333
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.5	0.5	1	0.3333
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	3.000	3.000	3.000	1

RESULTADOS

AREAS			CR	0.04493
ÁREA ELÉCTRICA	0.2310	23.1%		
ÁREA MECÁNICA	0.1633	16.3%		
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.1155	11.6%		
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.4901	49.0%		
	1	100%		

El valor de CR es menor que 0.1 y con un porcentaje alto para el Diseño de Sistemas Automáticos, la solución es valida. Si una de las áreas no aceptará ser menos importante que el DSA, se tendrían las siguientes respuestas:

A) Para una área Eléctrica moderadamente más importante que Diseño de Sistemas Automáticos

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	2	2	3
ÁREA MECÁNICA	AM	0.5	1	2	0.3333
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.5	0.5	1	0.3333
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	0.33	3.00	3.00	1

RESULTADOS

AREAS			CR	0.13191
ÁREA ELÉCTRICA	0.4279	42.8%		
ÁREA MECÁNICA	0.1625	16.3%		
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.1170	11.7%		
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.2924	29.2%		
	1	100%		

B) Para una área Mecánica moderadamente más importante que Diseño de Sistemas Automáticos

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	2	2	0.3333
ÁREA MECÁNICA	AM	0.5	1	2	3
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.5	0.5	1	0.3333
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	3.0	0.3	3.0	1

RESULTADOS

AREAS		
ÁREA ELÉCTRICA	0.2546	25.5%
ÁREA MECÁNICA	0.3311	33.1%
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.1037	10.4%
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.3103	31.0%
	1	100%

CR 0.3042  
38

C) Para una área de Medición y Comunicaciones moderadamente más importante que Diseño de Sistemas Automáticos

AREAS		AE	AM	AMC	DSA
ÁREA ELÉCTRICA	AE	1	2	2	0.3333
ÁREA MECÁNICA	AM	0.5	1	2	0.3333
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	AMC	0.5	0.5	1	3
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	DSA	3.00	3.00	0.33	1

RESULTADOS

AREAS		
ÁREA ELÉCTRICA	0.2361	23.6%
ÁREA MECÁNICA	0.1794	17.9%
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES	0.2701	27.0%
DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS	0.3143	31.4%
	1	100%

CR 0.4646

Para los casos A, B, y C, el CR es mayor que 0.1, lo que nos indica que no hay una buena consistencia en los juicios y que se tendrá que revisar las importancias relativas.

Es importante tener presente que esto es una herramienta y que los resultados se deben de interpretar con sentido común y respetando la aleatoriedad de la tasa de consistencia.

El análisis de jerárquico de Saaty se aplicó a las áreas para determinar la importancia relativa de los temas principales de cada una de ellas y se obtuvo el siguiente resultado.

AREAS			
ÁREA ELÉCTRICA			39.1%
ÁREA MECÁNICA			27.6%
ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES			13.8%
ÁREA DE DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS			19.5%
CR	0.04493358		100.0%

ÁREA ELÉCTRICA			
Simulación Electrónica			24.0%
Controladores Lógicos Programables			55.0%
Máquinas Eléctricas			21.0%
CR	0.01759106		100.0%

ÁREA MECÁNICA			
Neumática y Electro neumática			66.7%
Transmisiones mecánicas			33.3%
CR	0		100.0%

ÁREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES			
Comunicaciones y Redes			33.3%
Medición e Instrumentación			66.7%
CR	0		100.0%

DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMATICOS		
Análisis e Interpretación de Sistemas		31.2%
Sistemas Pick and Place		11.0%
Sistemas Prueba de vida		19.3%
Transformar Máquinas		38.5%
CR	0.06559988	100.0%

Con los resultados obtenidos se puede establecer la importancia relativa de las áreas, y dentro de cada área, la importancia relativa de los temas. Con los datos se puede calcular la participación de cada tema respecto al programa global, hacer esto se considera un exceso del uso de la herramienta, ya que pierde la objetividad de los resultados.

Con el uso de ésta herramienta y sin olvidar el sesgo que los participantes del equipo de trabajo le pudieran haber dejado como huella de su trabajo, se puede llegar a un resultado cualitativo y cuantitativo de los contenidos temáticos del plan de estudios.

En el estudio de este caso se han empleado dos de las técnicas propuestas en este trabajo y el resultado muestra lo que se puede lograr con el binomio de trabajo en equipo y las herramientas de análisis para atender a las expectativas del cliente final, expresado en el resultado de la encuesta.

#### **5.4 APLICACIÓN DEL QFD**

De los resultados obtenidos con las técnicas anteriores, se tiene lo que se quiere impartir ya sea como temas ó materias de cada una de las áreas, y ahora se plantea la interrogante de; ¿Cómo se impartirán dichas materias? , ¿Será un enfoque teórico? ó ¿ Un enfoque práctico?,

¿Se usará software?, y como éstas muchas otras interrogantes que los académicos se pueden plantear para la definición detallada del enfoque final que tendrá cada una de las materias.

Para atender a estas inquietudes se hará la aplicación del QFD para correlacionar la importancia relativa o pesos de los datos de entrada y las nuevas especificaciones.

#### Paso 1

Los datos de entrada son los temas de cada una de las áreas del análisis anterior y se aplicó el análisis jerárquico para determinar la importancia relativa de los contenidos.

#### Paso 2

Se reúne el equipo de trabajo y en conjunto determinar las características técnicas, es decir los CÓMOS a considerar y se tiene la siguiente lista:

Conceptos Teóricos

Prácticas dirigidas

Uso de Software

Desarrollo de proyectos

Elaboración de prototipos

Casos de estudio

Se presentan los diagramas para cada uno de los temas

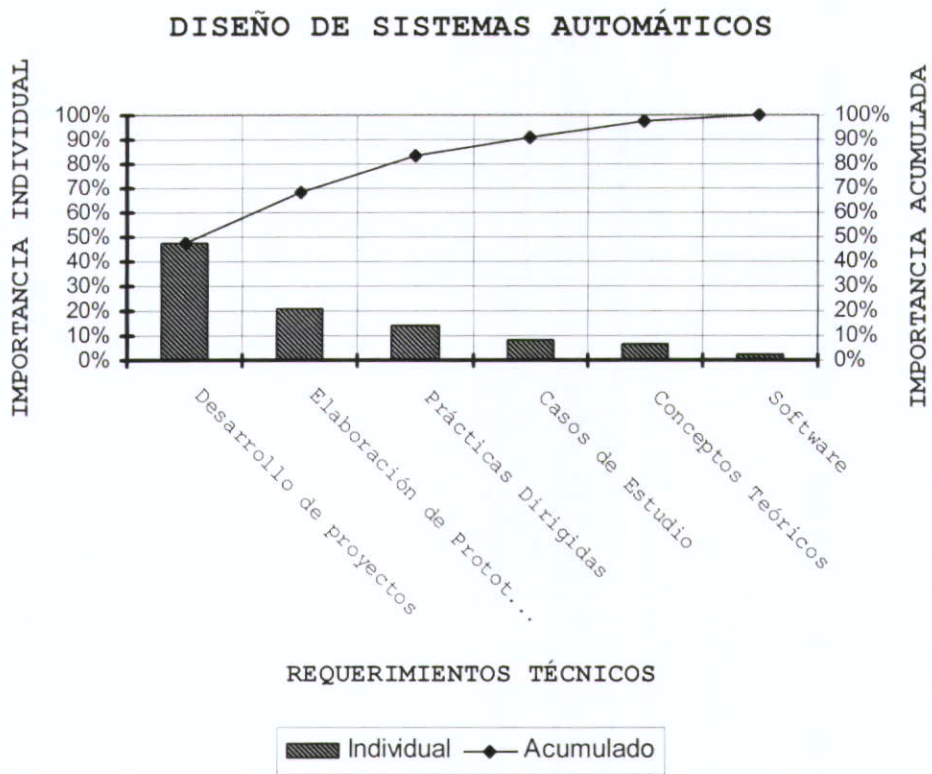
#### 5.4.1 DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS

		Requerimientos Técnicos					
Requerimientos del cliente		Nivel de importancia					
		Conceptos Teóricos	Prácticas Dirigidas	Software	Desarrollo de proyectos	Elaboración de Prototipos	Casos de Estudio
Análisis e interpretación de Sistemas Automáticos	31.2	△	○				○
Sistemas Pick and Place	11.0	○	○	○	●	●	△
Diseño de Equipos automáticos para pruebas de vida	19.3	△	○		●	○	
Transformación de máquinas	38.5				●	○	
		83	185	33	619	272	105
Valores Relativos		0.064	0.142	0.025	0.477	0.21	0.081

#### Resumen de los Requerimientos Técnicos

Requerimientos Técnicos	Importancia Técnica Relativa	
	Individual	Acumulado
Desarrollo de proyectos	48%	48%
Elaboración de Prototipos	21%	69%
Prácticas Dirigidas	14%	83%
Casos de Estudio	8%	91%
Conceptos Teóricos	6%	97%
Software	3%	100%

Gráfica de Pareto



## 5.4.2 AREA ELÉCTRICA

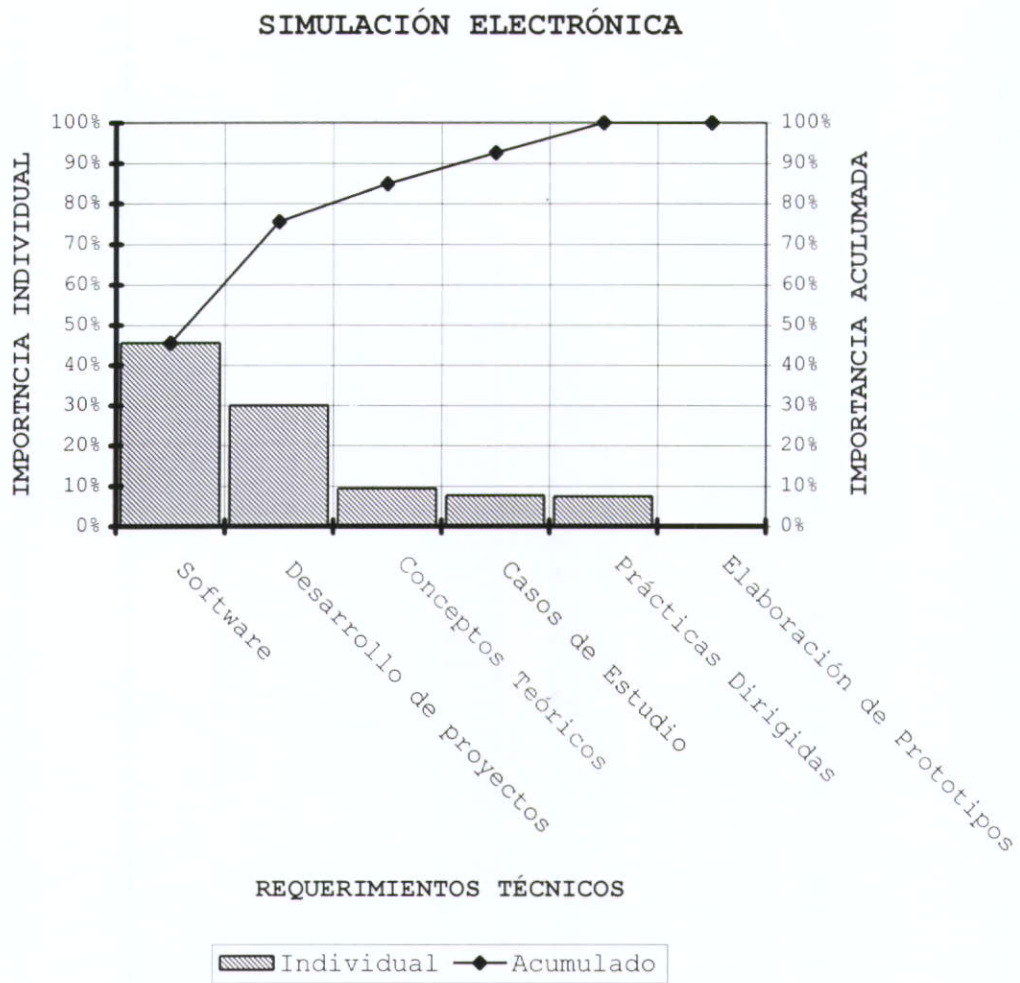
### 5.4.2.1 Simulación Electrónica

	Nivel de importancia	Requerimientos Técnicos					
		Conceptos Teóricos	Prácticas Dirigidas	Software	Desarrollo de proyectos	Elaboración de Prototipos	Casos de Estudio
Manejo de Sistemas de adquisición de datos	12.37	△		●			
Instrumentación virtual	12.37	△	○	●	●		
Diseño y Modelado de prototipos automatizado	23.43		○	○	●		
Manejo de software de simulación electrónica	39.45			●			
Análisis de frecuencia (JTFA)	12.37	●		△	●		●
		136	107	660	434	0	111
		0.094	0.074	0.456	0.299	0.000	0.077

### Resumen de los Requerimientos Técnicos

Requerimientos Técnicos	Importancia Técnica Relativa	
	Individual	Acumulado
Software	46%	46%
Desarrollo de proyectos	30%	76%
Conceptos Teóricos	9%	85%
Casos de Estudio	8%	93%
Prácticas Dirigidas	7%	100%
Elaboración de Prototipos	0%	100%

## Gráfica de Pareto



## AREA ELÉCTRICA

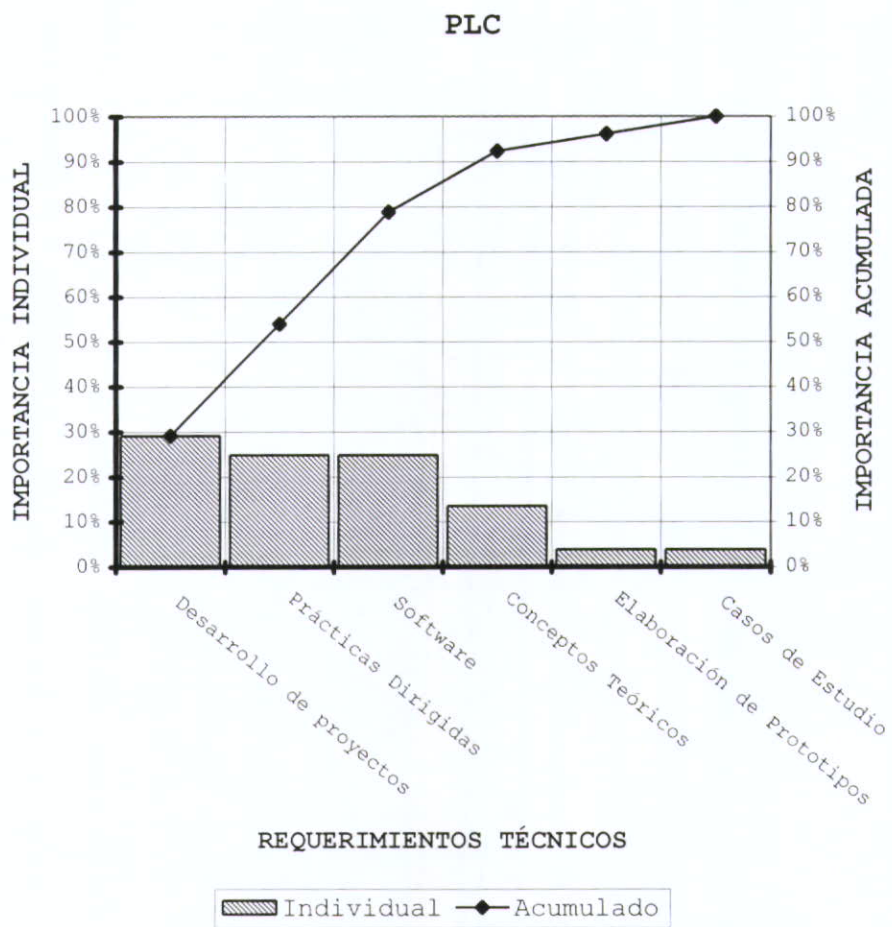
### 5.4.2.2 Controladores Lógicos Programables

Requerimientos del cliente	Requerimientos Técnicos	Nivel de importancia	Conceptos Teóricos	Prácticas Dirigidas	Software	Desarrollo de proyectos	Elaboración de Prototipos	Casos de Estudio
			<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programación de PLC	39.52	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Control de Automatismos con PLC	19.76	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>			
Control de motores con PLC	16.82	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>			
Automatización de Máquinas manuales	23.9	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
			252	465	465	544	72	72
			0.13	0.25	0.25	0.29	0.04	0.04

### Resumen de los Requerimientos Técnicos

Requerimientos Técnicos	Importancia Técnica Relativa	
	Individual	Acumulado
Desarrollo de proyectos	29%	29%
Prácticas Dirigidas	25%	54%
Software	25%	79%
Conceptos Teóricos	13%	92%
Elaboración de Prototipos	4%	96%
Casos de Estudio	4%	100%

## Gráfica de Pareto



## AREA ELÉCTRICA

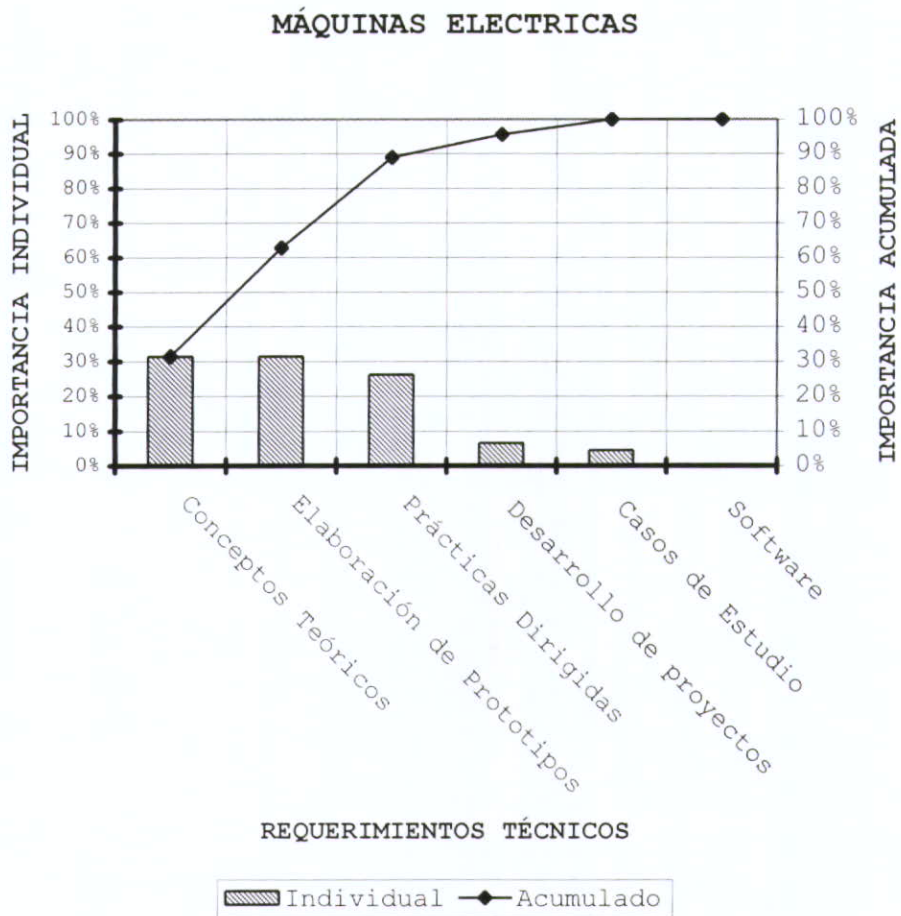
### 5.4.2.3 Máquinas Eléctricas

Requerimientos del cliente	Nivel de importancia	Requerimientos Técnicos					
		Conceptos Teóricos	Prácticas Dirigidas	Software	Desarrollo de proyectos	Elaboración de Prototipos	Casos de Estudio
Aplicación de varedador de frecuencia	12	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
Instalaciones Eléctricas y Electrónicas	26	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Control de velocidad de motores de C.A. C.D.	29	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input checked="" type="radio"/>	
Control y aplicación de motores a pasos	33	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	
		545	456	0	114	545	78
		0.31	0.3	0	0.1	0.3	0

### Resumen de los Requerimientos Técnicos

Requerimientos Técnicos	Importancia Técnica Relativa	
	Individual	Acumulado
Conceptos Teóricos	31%	31%
Elaboración de Prototipos	31%	63%
Prácticas Dirigidas	26%	89%
Desarrollo de proyectos	7%	96%
Casos de Estudio	4%	100%
Software	0%	100%

## Gráfica de Pareto



### 5.4.3 AREA MECÁNICA

#### 5.4.3.1 Neumática y Electroneumática

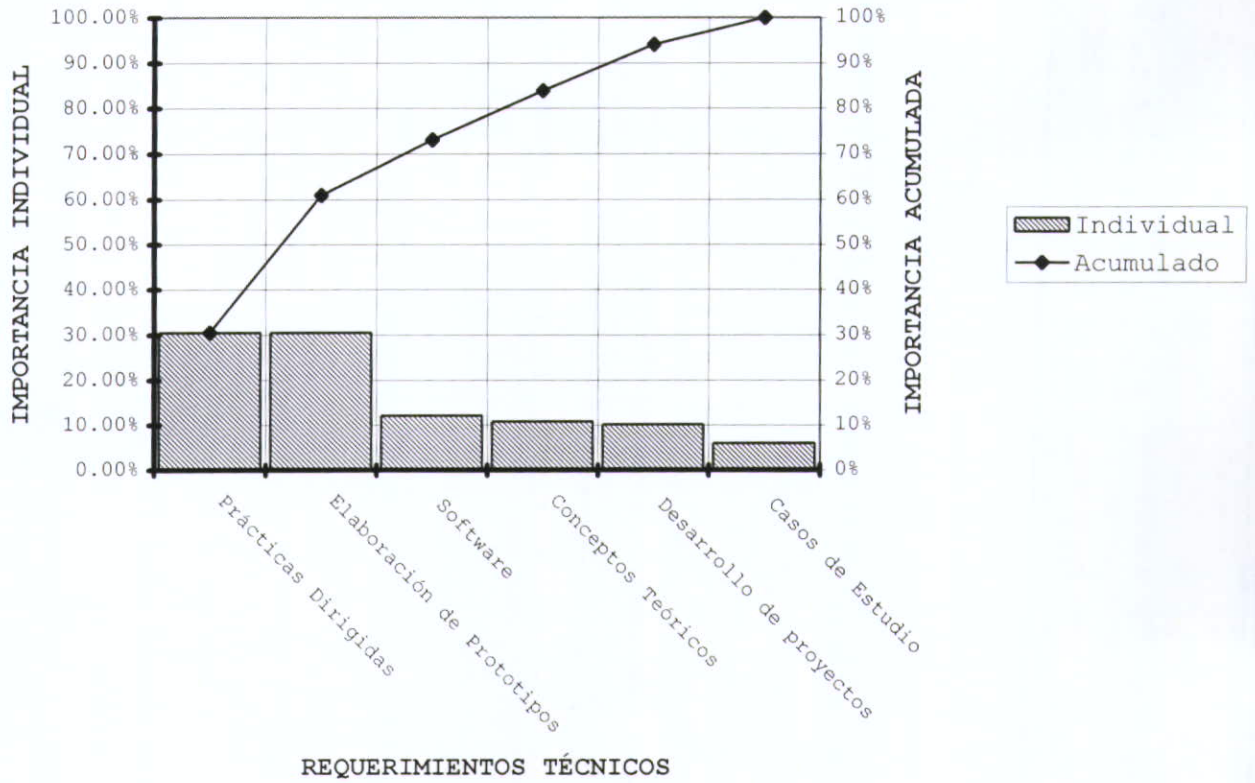
Requerimientos del cliente	Nivel de importancia	Requerimientos Técnicos					
		Conceptos Teóricos	Prácticas Dirigidas	Software	Desarrollo de proyectos	Elaboración de Prototipos	Casos de Estudio
Diseño y Selección de componentes Neumáticos	54.0	○	●	○	○	●	
Control Electro neumático	29.7	○	●	○	○	●	
Interpretación de Circuitos Neumáticos	16.3	△		○			●
Importancia Técnica Absoluta		267.3	752.9	300	251	753	147
Importancia Técnica Relativa		0.108	0.305	0.121	0.102	0.3	0.06

#### Resumen de los Requerimientos Técnicos

Requerimientos Técnicos	Importancia Técnica Relativa	
	Individual	Acumulado
Prácticas Dirigidas	30%	30%
Elaboración de Prototipos	30%	61%
Software	12%	73%
Conceptos Teóricos	11%	84%
Desarrollo de proyectos	10%	94%
Casos de Estudio	6%	100%

# Gráfica de Pareto

## NEUMÁTICA Y ELECRONEUMÁTICA



## AREA MECÁNICA

### 5.4.3.2 Transmisiones Mecánicas

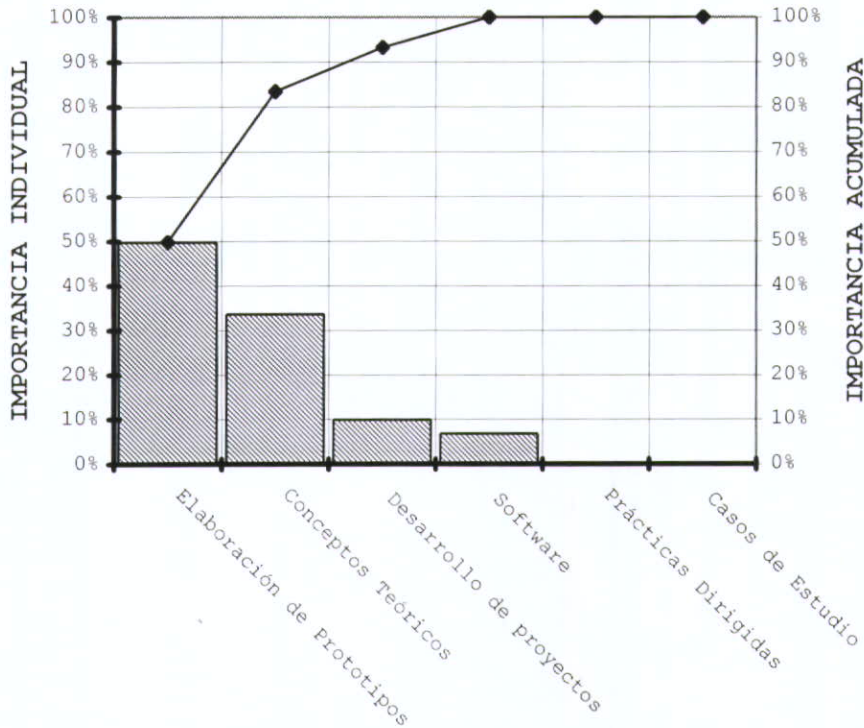
Requerimientos del cliente	Nivel de importancia	Requerimientos Técnicos					
		Conceptos Teóricos	Prácticas Dirigidas	Software	Desarrollo de proyectos	Elaboración de Prototipos	Casos de Estudio
Mecanismos Simples	24.9	△		○		●	
Sistemas de Transmisión	15.7	○		○		●	
Diseño de Sistemas de Transmisión de Velocidad y Potencia	59.4	●			○	●	
		606.3	0	122	178	900	0
		0.336	0	0.1	0.1	0.5	0

### Resumen de los Requerimientos Técnicos

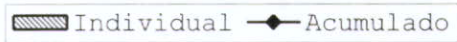
Requerimientos Técnicos	Importancia Técnica Relativa	
	Individual	Acumulado
Elaboración de Prototipos	50%	50%
Conceptos Teóricos	34%	83%
Desarrollo de proyectos	10%	93%
Software	7%	100%
Prácticas Dirigidas	0%	100%
Casos de Estudio	0%	100%

# Gráfica de Pareto

## TRANSMISIONES MECÁNICAS



### REQUERIMIENTOS TÉCNICOS



## 5.4.4 AREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES

### 5.4.4.1 Medición e Instrumentación

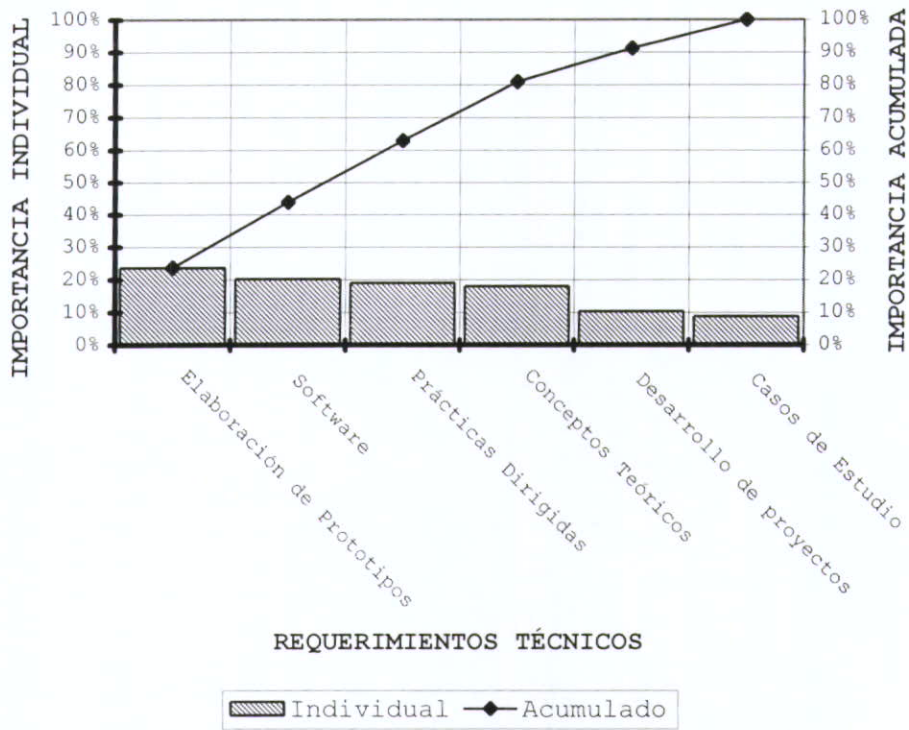
		Requerimientos Técnicos					
		Nivel de importancia	Conceptos Teóricos	Prácticas Dirigidas	Software	Desarrollo de proyectos	Elaboración de Prototipos
Requerimientos del cliente							
Instrumentos de Medición	23.1	○	●	△			○
Sensores	18.3	○	●		○		
Convertidores Analógico - Digital	16.6	●	○	○	○	●	
Sistemas de Medición	41.9	○		●	○	●	○
		400	423	450	231	527	195
Valores Relativos		0.180	0.190	0.202	0.104	0.237	0.088

### Resumen de los Requerimientos Técnicos

Requerimientos Técnicos	Importancia Técnica Relativa	
	Individual	Acumulado
Elaboración de Prototipos	24%	24%
Software	20%	44%
Prácticas Dirigidas	19%	63%
Conceptos Teóricos	18%	81%
Desarrollo de proyectos	10%	91%
Casos de Estudio	9%	100%

# Gráfico de Pareto

## MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN



## AREA DE MEDICIÓN Y COMUNICACIONES

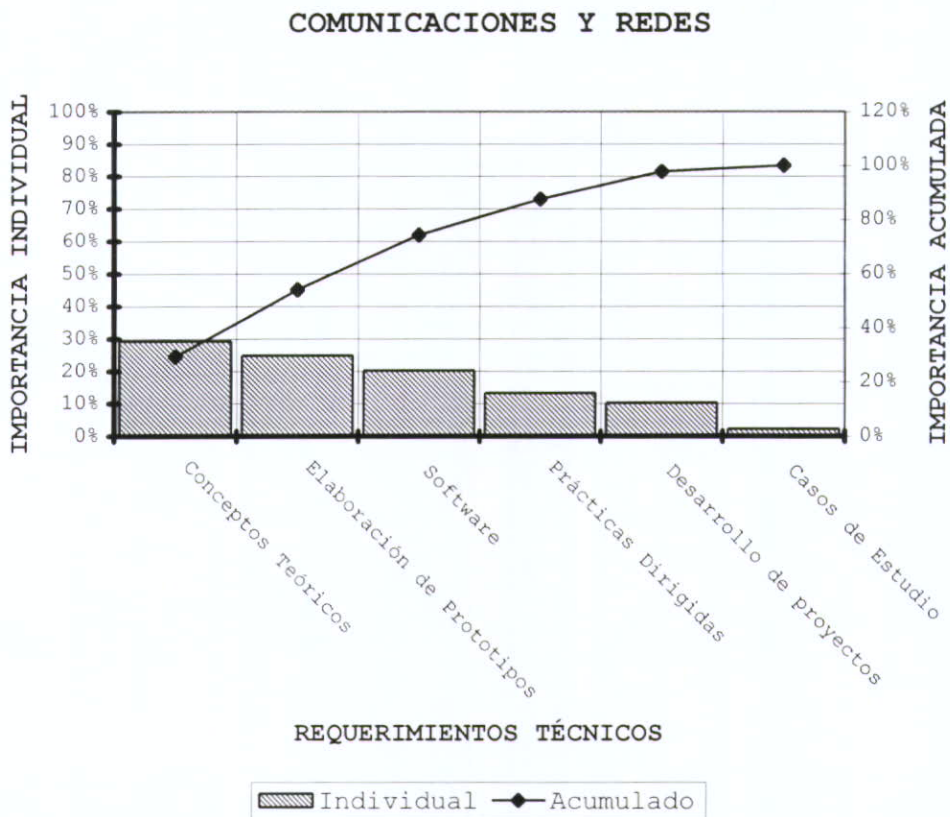
### 5.4.4.2 Comunicaciones y Redes

Requerimientos del cliente	Nivel de importancia	Requerimientos Técnicos					
		Conceptos Teóricos	Prácticas Dirigidas	Software	Desarrollo de proyectos	Elaboración de Prototipos	Casos de Estudio
Protocolos de Comunicación	22.0	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
Manejo de puertos	26.2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>	
Señales Analógicas y Digitales	14.9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	
Manejo de Bus de Datos	22.3	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Comunicación entre equipos	14.5	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
		566	256	389	197.6	478	44
		0.293	0.1	0.2	0.102	0.25	0

### Resumen de los Requerimientos Técnicos

Requerimientos Técnicos	Importancia Técnica Relativa	
	Individual	Acumulado
Conceptos Teóricos	29%	29%
Elaboración de Prototipos	25%	54%
Software	20%	74%
Prácticas Dirigidas	13%	88%
Desarrollo de proyectos	10%	98%
Casos de Estudio	2%	100%

## Gráfica de Pareto



## 5.4.5 Conclusiones

Se presentan las conclusiones en lo general de la aplicación de las herramientas de análisis y planeación para este caso de estudio:

1 Los valores para el nivel de importancia, usados en la construcción de cada una de las matrices fueron determinados con el uso del análisis

jerárquico de Saaty y determinan la importancia relativa de cada uno de los temas que integran el contenido de la materia, lo que permite tener un balance adecuado en los conceptos y poder dar un seguimiento de que dicha materia se imparta con la orientación planeada, ya que en el registro diario de la clase se puede evaluar el tiempo dedicado a cada tema. Lo anterior permite establecer un control de calidad en el proceso y al final obtener calidad en el producto.

2 El resultado de la importancia relativa, permite tener una visión de conjunto al inicio del desarrollo del plan de estudios y determinar si tiene la orientación deseada de acuerdo con los porcentajes de cada uno de los temas. Este es el momento en el que se pueden hacer los cambios para definir un nuevo perfil, sin cambiar los temas, realizando un análisis que sea consistente y que cambie los porcentajes para obtener el objetivo deseado.

3 En el caso de que las modificaciones en la importancia relativa no conduzcan a un resultado consistente, el equipo desarrollador del programa, tendrá de evaluar de nuevo sus juicios hasta llegar a un consenso, para lograr que el índice C.R. sea menor a 0.1 y no recurrir a la solución de lo que diga la mayoría.

4 AL tener determinados las materias que forman el plan de estudios y especificada la importancia relativa de los temas, la aplicación del QFD llevará al equipo de trabajo a determinar, en primera instancia, los recursos técnicos o pedagógicos que empleara para lograr la enseñanza de los diferentes conceptos asociados con los temas de cada materia y posteriormente a establecer la correlación entre los temas y los diferentes recursos técnicos. La combinación de estos dos factores, determinará la importancia específica en la aplicación de un recurso técnico en relación con los demás.

5 En el resumen de los datos, se encuentra tabulada los requerimientos técnicos vs. la importancia técnica relativa que, ordenada de mayor a menor, indica la prioridad de los recursos y la planeación de dichos recurso se debe de hace al desarrollar la hoja descriptiva de cada materia.

6 Para cada una de las materias se dibujó el diagrama de Pareto, que permite tener una visión de los recursos técnicos más importantes y los de menor importancia, que en un ejercicio de planeación se puede analizar para determinar la conveniencia de incluirlos en las hojas descriptivas de la materia.

7 En el desarrollo de este caso de estudio se muestra como las diferentes herramientas de análisis y planeación pueden auxiliar a los integrantes de un equipo de trabajo para elaborar un plan de estudio que considere los requerimientos del cliente, y que son en este caso el punto de partida y la experiencia de los años de docencia de los integrantes del equipo.

8 El caso de estudio muestra que las herramientas de análisis y planeación se pueden aplicar y obtener un buen resultado. La aplicación de un sistema nuevo implica retos y puede parecer; muy laborioso, demasiado técnico y muchas otras inconvenientes. Pero si éstas herramientas se usan en la industria para innovar y tener éxito, considero por los resultados del caso de estudio que, vale la pena intentarlo.

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1. Estructura Jerárquica.....	20
Figura 2. Estructura del Problema.....	36
Figura 3 La relación del QFD y otras herramientas Técnicas del TQM.....	44
Figura 4. Enfoques del QFD.....	45
Figura 5. Resultados de la Matriz de QFD.....	52
Figura 6. El diagrama completo del QFD.....	53
Figura 7. Diagrama de Flujo para la construcción del QFD..	54
Figura 8. El QFD en cascada.....	55
Figura 9. Diagrama de Afinidad.....	61
Figura 10. Visión de Conjunto de los Datos.....	67

## LISTA DE TABLAS

---

<b>Tabla 1.</b> Escala Fundamental.....	25
<b>Tabla 2.</b> Obtención del vector de Prioridades.....	29
<b>Tabla 3.</b> Comparación de $Aw = (\lambda_{max})w$ .....	30
<b>Tabla 4.</b> Valor de $\lambda_{max}$ .....	30
<b>Tabla 5.</b> Método analítico de Solución del vector de prioridades.....	32
<b>Tabla 6.</b> Índice de consistencia Aleatorio.....	34

## BIBLIOGRAFÍA

---

- CALLEJA, TOMÁS. La universidad como empresa: una revolución pendiente, Madrid, 1ra ed. Rialp, 1990

-México:CINDA-OEA-PROMESUP-PREDE.ADMINISTRACIÓN UNIVERSITARIA EN AMÉRICA LÁTINA:Una Perspectiva Estratégica, México, UDUAL-UNAM-CESU, 1995, 296

-SAATY, THOMAS,L. VARGAS,LUIS,G. Models,Methods,Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process,USA,Kluwer Academic Publishers,2001

-GONZÁLEZ ESPINOSA, MARVIN, E. La Función Despliegue de la Calidad,México,2000.

-VILAR BARRIO, JOSÉ FRANCISCO. Las Siete Nuevas Herramientas para la mejora de la Calidad,Madrid,Fundación Confemetal,1998

-Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Internacional.  
<http://www.aiteco.com>



