



01167  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO 62ej.

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**“UN SISTEMA DE APOYO A LA ESTRUCTURACIÓN  
DE PROBLEMAS EN GRUPO BASADO  
EN EL MÉTODO TKJ”**

**T E S I S**  
**P R E S E N T A D A P O R :**  
**JOSÉ JESÚS MARTÍNEZ SALAZAR**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE:**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**  
**(PLANEACIÓN)**

**ASESOR:**

**Dr. SERVIO TULIO GUILLÉN BURGUETE**

**CIUDAD UNIVERSITARIA**

16363  
**JUNIO DE 1998**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

?

I guess I'm learning I must be warmer now  
I'll must be turning round the corner now  
Outside the dawn is breaking  
But inside in the dark I'm aching to be free.

Queen

Solo tengo  
mis zapatos  
                  mis libros  
                          y mi esperanza

Pero cuento con las manos para todo  
trabajar,  
          combatir,  
                  acariciar . . .  
                          No sé después lo que suceda.  
  A<sup>2</sup>

# “UN SISTEMA DE APOYO A LA ESTRUCTURACIÓN DE PROBLEMAS EN GRUPO BASADO EN EL METODO TKJ ”

<b>ÍNDICE :</b>	<b>1</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>II Los Sistemas y el Análisis de Problemas</b>	<b>5</b>
II.1 Los sistemas.	5
II.1.1 ¿ Qué es un sistema ?	5
II.1.2 Sistemas duros y sistemas suaves	6
II.1.3 El diseño de sistemas.	10
II.2 Análisis de problemas.	11
II.2.1 ¿ Qué es un problema ?	11
II.2.2 Identificación del problema.	11
II.2.3 Tipos de problemas.	13
II.2.4 Un esquema de solución de problemas.	14
<b>III La Toma de Decisiones</b>	<b>21</b>
III.1 Los problemas de toma de decisiones.	21
III.2 Estructura general de un problema de decisión.	22
III.3 Corrientes en la toma de decisiones.	24
III.3.1 La corriente descriptiva.	24
III.3.2 La corriente normativa	24
III.4 Tres enfoques para la toma de decisiones.	25
III.4.1 El enfoque normativo.	25
III.4.2 El enfoque descriptivo.	26
III.4.3 El enfoque de desarrollo.	27
III.5 La toma de decisiones en grupo.	28
III.5.1 Métodos para la toma de decisiones en grupo.	29
III.5.2 Dos problemas de la toma de decisiones en grupo.	34

<b>IV Los Sistemas de Apoyo a la Decisión</b>	<b>37</b>
IV.1 ¿ Qué son los sistemas de apoyo a la decisión ?	37
IV.2 ¿ Para qué sirven los sistemas de apoyo a la decisión ?	38
IV.2.1 Funciones.	38
IV.2.2 Niveles de apoyo.	38
IV.3¿ De dónde surgen los sistemas de apoyo a la decisión ?	40
IV.3.1 La estrategia de desarrollo del análisis de decisiones.	40
IV.3.2 El modelo de contingencia.	41
IV.4 ¿ Qué estructura presentan los sistemas de apoyo a la decisión ?	43
IV.4.1 El componente de diálogo.	43
IV.4.2 El componente de modelos.	43
IV.4.3 El componente de datos.	44
IV.5 ¿ Qué efectos provocan los sistemas de apoyo a la decisión ?	45
IV.5.1 Un modelo para el análisis de los efectos de los sistemas de apoyo a la decisión para grupos.	45
IV.5.2 Efectos del uso de sistemas de apoyo a la decisión para grupos.	46
IV.5.3 El anonimato y el proceso de decisión en grupo.	47
IV.6¿ Cómo se clasifican los sistemas de apoyo a la decisión ?	48
IV.6.1 Un esquema de clasificación.	48
IV.7 Desarrollo actual de los sistemas de apoyo a la decisión para grupos.	50
IV.7.1 WINGDSS.	50
IV.7.2 GMD.	51
<b>V Un sistema de apoyo a la estructuración de problemas en grupo basado en el método TKJ</b>	<b>52</b>
V.1 Factores determinantes en el diseño del sistema.	53
V.1.1 El usuario y el grupo.	54
V.1.2 La Tarea y el TKJ.	55
V.1.3 La Tecnología y el ambiente de red.	58
V.2 La estructura del sistema.	60
V.3. Los componentes del sistema.	61
V.3.1 El componente de diálogo.	61
V.3.2 El componente del modelo.	63
V.3.3 El componente de datos.	66
<b>VI Conclusiones</b>	<b>68</b>
<b>Apéndice</b>	<b>70</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>76</b>

# I : Introducción.

La toma de decisiones en grupo es un asunto con interés teórico y práctico para diversas áreas del conocimiento, entre las que se encuentran la teoría de decisiones, la administración, la psicología y el desarrollo organizacional.

El problema de toma de decisiones en grupo es complejo, pues en 1951, J.K. Arrow obtuvo un resultado el cual muestra que no existe un método de agrupación de preferencias que cumpla con los axiomas necesarios para que la decisión colectiva sea racional (Watson, Buede, 1987).

Por su parte, la psicología organizacional ha encontrado, que los responsables de la toma de decisiones en las organizaciones en la práctica no las optimizan, sino que sólo buscan que sean satisfactorias para los decisores. Además, durante el proceso de decisión suelen presentarse ciertos fenómenos relacionados con la interacción entre los miembros de un grupo, como el denominado "Groupthink", que consiste en una tendencia al acuerdo con el grupo que puede conducir a tomar decisiones deficientes (Watson, Buede, 1987).

Sin embargo, de la Administración han surgido técnicas para reducir la posibilidad de ocurrencia de problemas relacionados con estos fenómenos. Algunas de las técnicas más utilizadas son : la TGN, la Delphi y el diagrama de pescado, pero existe una gran cantidad que son menos conocidas, como la abstracción progresiva, la orientación a metas, el análisis dimensional, la técnica de grupo nominal, el método Kepner-Tregoe y el pensamiento lateral. (VanGundy. 1981)

Actualmente el desarrollo de la tecnología de la información ha hecho posible contar con redes globales de computadoras, sistemas de teleconferencias y sistemas de administración de datos que permiten agilizar el proceso de toma de decisiones en las organizaciones, mejorando su desempeño. En este sentido, durante los últimos años se han desarrollado y comercializado paquetes de cómputo denominados sistemas de apoyo a la decisión, que tienen por objetivo brindar ayuda al decisor durante el proceso de decisión.

En esta tesis se proponen especificaciones para la construcción de un sistema de apoyo al proceso de toma de decisiones en grupo, para la fase de estructuración del problema, con el propósito de pasar de problemas no estructurados (situaciones complejas y confusas) a problemas estructurados (situaciones claras y con menor complejidad). Se parte de la hipótesis de que el proceso de decisión auxiliado mediante un sistema de apoyo a la decisión facilita el manejo de la información.

En particular esta propuesta :

- a) Se enfoca al apoyo del proceso de decisión en grupo para la primera fase, que consiste en la definición y estructuración del problema.
- b) Adapta la técnica TKJ para su uso en red, la cual ha sido utilizada para la solución de problemas reales.
- c) Contempla la implantación del sistema en un ambiente de red.

De esta propuesta se esperan obtener las bases para poder desarrollar un sistema de apoyo a la decisión para grupos, que sean útiles para la definición y estructuración de problemas a través del Internet.

Los capítulos II y III constituyen un marco teórico para la estructuración de problemas en grupo, visto con un enfoque de sistemas y como una parte del proceso de toma de decisiones. El capítulo IV muestra un panorama del desarrollo de los sistemas de apoyo a la decisión y comenta dos sistemas de apoyo a la decisión para grupos, desarrollados en Europa entre 1995 y 1996.

El capítulo V contiene una serie de recomendaciones para el desarrollo de un sistema de apoyo a la estructuración de problemas en grupo basado en el método TKJ. El capítulo VI presenta las conclusiones obtenidas de este trabajo y por último, un Apéndice con algunas técnicas que podrían utilizarse en lugar del TKJ para la estructuración de problemas en grupo y una descripción de los elementos que conforman la pantalla de un sistema de trabajo en grupo en Internet.

## II : Los sistemas y el análisis de problemas.

Este capítulo contiene dos secciones, una acerca del enfoque y diseño de sistemas y otra relativa a la identificación y solución de problemas con un enfoque sistémico. Ambas secciones consisten de un conjunto de conceptos y definiciones que forman parte del marco teórico de esta tesis. La sección de sistemas presenta los *conceptos de sistema*, *sistema duro* y *sistema suave*, el *enfoque de sistemas*, el *contraste entre la mejora y el diseño de sistemas*, así como una *metodología para el diseño de sistemas*. Por su parte, la sección de solución de problemas presenta una *definición de problema*, un *clasificación para los problemas* y un *esquema para la solución de problemas*.

### Los sistemas.

#### ¿ Que es un sistema ?

Entenderemos por *sistema* un conjunto de elementos relacionados entre si, donde sus elementos pueden ser conceptos, objetos, sujetos o mezclas de ellos. Por ejemplo, la siguiente figura representa un sistema como parte de un proceso de transformación.

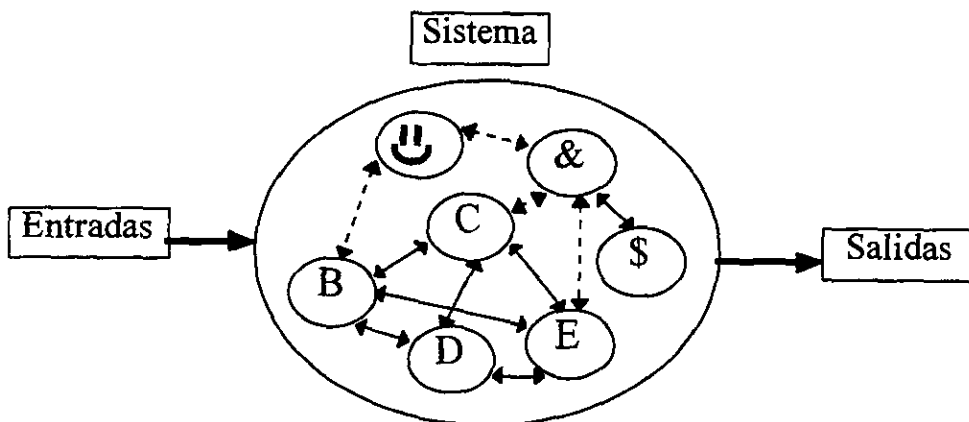


Figura 1

Según Van Gigch [1], *la estructura del sistema* muestra cómo son las relaciones entre los elementos del sistema, *los subsistemas* (que son sistemas dentro del sistema), *el suprasistema* (el sistema en el que el sistema está contenido como subsistema) y el sistema con su medio ambiente. Al medio ambiente también se le conoce como el *entorno del sistema*, y es todo aquello que está fuera del campo de decisión del sistema, con lo que interactúa y sobre el que no tiene control directo.

En el interior del sistema existe un *proceso de transformación* que cambia los elementos de entrada en elementos de salida. Por ejemplo, viendo a una empresa productiva como un sistema, el proceso de transformación consistirá en agregar valor a los insumos para hacer los productos.



En el lenguaje de sistemas existe diferencia entre *recursos* y *entradas*, los recursos son los elementos con que cuenta el sistema para realizar la transformación mientras que las entradas son los objetos que el sistema transforma, dando como resultado las *salidas*, o productos. Por ejemplo, si vemos a una empresa fabricante de llantas como un sistema, los recursos del sistema serán la maquinaria, la mano de obra y las instalaciones y las entradas serán el caucho, los catalizadores y demás materias primas.

El *estado* de un sistema es el conjunto de propiedades que tienen sus elementos en un tiempo específico  $t$ , y se describe mediante el valor de los atributos que lo caracterizan. Los cambios de estado dan lugar a *los flujos*, que son las tasas de cambio en los valores de los atributos del sistema. Por último, se entiende por *comportamiento del sistema* a los cambios que presenta el sistema a través del tiempo.

Un sistema cuenta además con *metas* y *objetivos* que son los estados a los que aspira el sistema y se encuentran relacionados con los propósitos y funciones, los cuales representan su *razón de ser*.

Por su parte, las medidas de efectividad (evaluaciones del desempeño) muestran qué tan cerca está el sistema de las metas y los objetivos. Por ejemplo, si una empresa llantera se propone como objetivo "ser la empresa líder en el mercado", una meta podría ser : fabricar sus productos con calidad y con costos bajos.

### Sistemas duros y sistemas suaves.

Los sistemas en general se pueden clasificar en sistemas duros y sistemas suaves. La principal diferencia entre los dos tipos de sistema es la intervención de los seres humanos. La siguiente figura presenta una taxonomía de los sistemas tomada de Van Gigch [1], que muestra la diferencia entre sistemas duros y sistemas suaves.

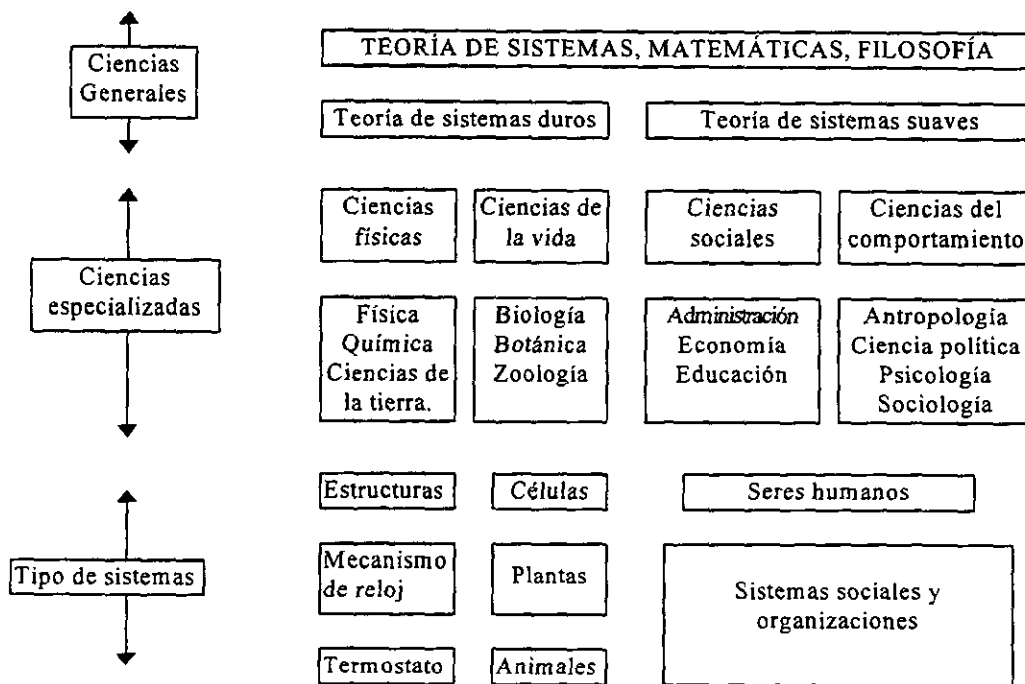


Figura 2

La figura ubica en un primer nivel a la filosofía, las matemáticas y la teoría de sistemas como ciencias generales. A nivel de ciencias especializadas la teoría de sistemas se divide en dos categorías, los sistemas duros, relacionados con las ciencias físicas y de la vida; y los sistemas suaves, que se dividen en las ciencias sociales y las ciencias del comportamiento. En un tercer nivel se encuentran ejemplos de sistemas típicos de cada categoría, donde están, por ejemplo, un mecanismo de reloj para los sistemas duros y las organizaciones sociales para los sistemas suaves.

Este trabajo se orienta hacia la teoría de los sistemas suaves, ya que su objeto de estudio son los grupos de decisores, a los que podemos ubicar en la figura 2 en el cuadro correspondiente a los sistemas sociales y las organizaciones.

Dentro de la teoría de los sistemas suaves, Checkland [2] define el concepto de *sistema de actividad de propósito concreto*, como un conjunto de elementos relacionados entre sí, algunos de los cuales son seres humanos y el sistema realiza una actividad que lo caracteriza.

Para identificar los elementos de un sistema de actividad de propósito concreto se utiliza el concepto de *definición raíz*, que de acuerdo con Fuentes [3], busca responder las siguientes preguntas.

- ¿ Qué hace el sistema ?
- ¿ A quién beneficia o perjudica ?
- ¿ Quiénes ejecutan las actividades ?
- ¿ Qué restricciones existen ?
- ¿ Quién(es) decide(n) ?
- ¿ Desde qué punto de vista se le está considerando ?

Para responder a estas preguntas se utiliza una herramienta conocida como CATVED [2], diseñada para identificar los elementos de un sistema de propósito concreto. El CATVED consta de los siguientes elementos :

*Consumidor* del producto final de la transformación ocurrida en el sistema.

*Actores*, aquellos que realizan la transformación.

*Transformación*, la conversión de entradas en salidas.

*Visión del mundo* que justifica la transformación.

*Entorno* del sistema, aquellos factores del medio que son influyentes al sistema.

*Dueño del problema* o aquel que tiene la autoridad para detener el funcionamiento del sistema.

Esta herramienta será utilizada en el capítulo 4 para establecer una definición raíz y determinar los elementos requeridos por un sistema de apoyo a la estructuración de problemas en grupo.

Por otro lado, el procedimiento a través del cual el ser humano estudia la realidad que lo rodea y construye un modelo conceptual de la misma, se le conoce como *enfoque de sistemas*. Sin embargo, Van Gigch [1] considera que el enfoque de sistemas constituye también :

- Un nuevo método científico. ( *El paradigma de sistemas* )
- Una metodología de diseño para la toma de decisiones en un contexto de sistemas.

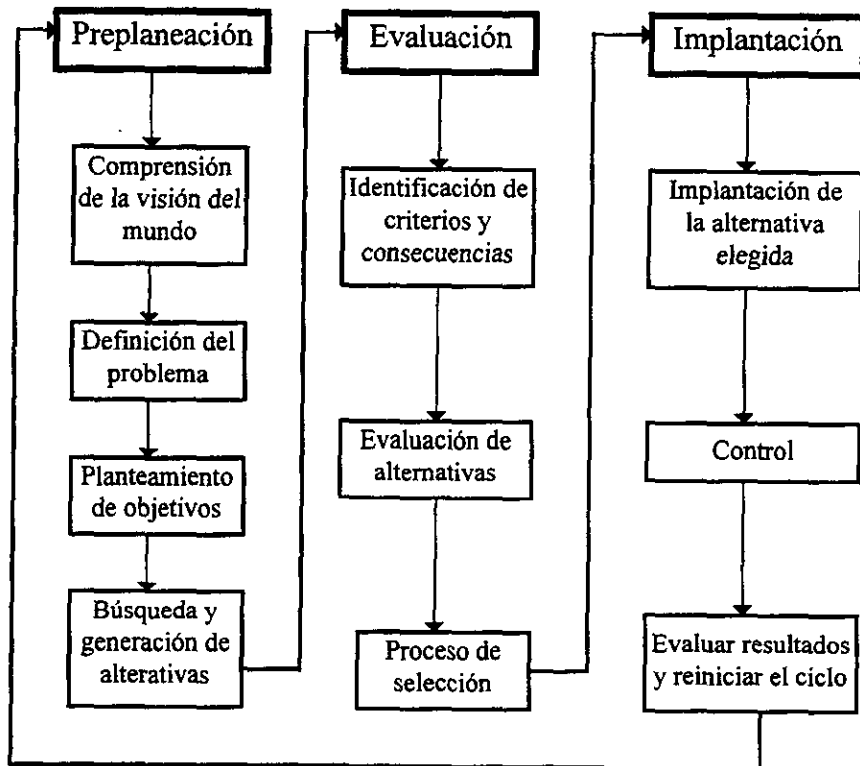
Así pues, los sistemas suaves pueden servir como modelo para estudiar el comportamiento de las organizaciones y sistemas sociales. Una vez construido el modelo, es posible determinar si el comportamiento del sistema es el esperado. De no ser así, se puede reorientar ese comportamiento mediante la aplicación de ciertas metodologías. Por ejemplo, aquellas propuestas por Van Gigch para acercarse al análisis de problemas desde el enfoque de sistemas, denominadas mejora de sistemas y diseño de sistemas. Dichas metodologías se presentan en la siguiente tabla :

La mejora de sistemas.	El diseño de sistemas.
Se define el problema y se identifican el sistema y los subsistemas.	El diseño de sistemas involucra los procesos mentales de inducción y síntesis que son procesos de ampliación y generalización que difieren de los métodos deductivos y reductivos de la mejora de sistemas.
Mediante la observación se determinan el estado y el comportamiento del sistema.	El problema se define en relación al suprasistema al que pertenece el sistema y se relaciona mediante objetivos compartidos.
Se comparan el estado actual del sistema con el estado esperado para determinar la diferencia ocasionada por el problema.	Los objetivos del sistema no yacen en el contexto de los subsistemas, sino que están en relación con el sistema y el suprasistema.
Se hacen hipótesis sobre las razones de la desviación de los subsistemas a través de un proceso de reducción.	El diseño óptimo del sistema está alejado de su estado actual y no se alcanzará realizando mejoras al sistema.
Se elaboran conclusiones de los hechos conocidos a través del procesos de deducción. Un problema grande se divide en subproblemas mediante un proceso de reducción.	El papel del planeador dentro del proceso de diseño, es de innovador y no de seguidor. Debe apoyar en la selección de diseños alternativos del sistema, anticipándose a los cambios de estado en su entorno y evitando efectos indeseables de los diseños anteriores.

Cabe señalar que la mejora de sistemas no es una acción con efectos a largo plazo. Por ejemplo, aumentar el número de carriles en una avenida para evitar los problemas de congestión es una mejora temporal al sistema vial, ya que después se tendrá una gran avenida congestionada.

Esto significa que la mejora de sistemas es un proceso continuo y por lo tanto las metas y objetivos del sistema deben de ser dinámicos. Por último, las mejoras de sistemas pueden ser de dos tipos; reactivas, donde el planeador asume el papel de seguidor y realiza mejoras una vez que se han presentado cambios en el suprasistema, o preactivas, donde el planeador es previsor y realiza mejoras al sistema anticipándose al cambio.

Mientras que la mejora de sistemas tiene un enfoque reduccionista, el diseño de sistemas tiene un enfoque expansionista, ya que busca explicar el comportamiento del sistema a partir de las relaciones de este con el suprasistema y el medio ambiente. En este sentido, la siguiente figura muestra al paradigma de sistemas como metodología de diseño de sistemas.



**Figura 3**

En esta figura se puede observar que el paradigma de sistemas se encuentra dividido en tres fases que son : la preplaneación, la evaluación y la implantación. Cada una de ellas está a su vez dividida en varias subfases, que a continuación se describen.

### **El diseño de sistemas.**

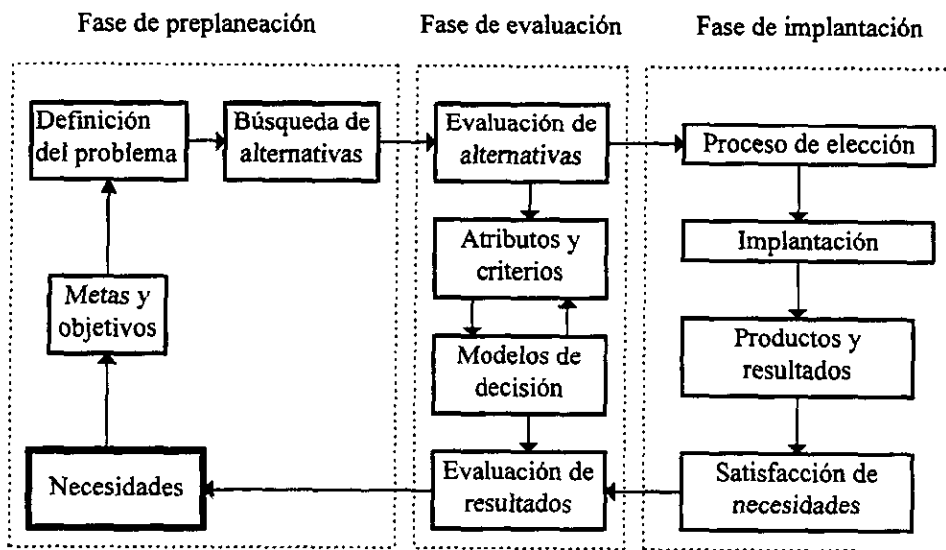
En la fase de preplaneación los administradores y decisores del sistema determinan una definición del problema, a partir de su punto de vista particular(visión del mundo). Además, se establecen cuales serán los métodos con que se interpretarán los hechos así como los resultados (metas y objetivos) esperados por los clientes (*expectativas*) y por los planeadores (*promesas*). Una vez definido el problema, se inicia la búsqueda y generación de un conjunto de alternativas de solución.

Durante la fase de evaluación los decisores identifican los posibles resultados y consecuencias derivadas de cada alternativa, establecen el conjunto de criterios y atributos con que evaluarán las alternativas. Determinan los modelos de medición y decisión que utilizarán para comparar alternativas y eligen el método mediante el cual se tomará una decisión o elegirá una alternativa en particular.

Por último, para la fase de implantación, los decisores optimizan sobre su conjunto de alternativas y determinan la mejor solución al problema, luego suboptimizan y explican porqué la mejor solución del modelo no se puede alcanzar en la realidad. Aquí se enfrentan el hecho de que para que el modelo de un problema sea resuelto debe ser simplificado, mientras que en la realidad es complicado.

Además, dentro del proceso de implantación los decisores deben revisar si existen conflictos con la validación y control de la alternativa propuesta. Posteriormente deben evaluar los resultados obtenidos de la implantación del sistema para saber si se alcanzarán los objetivos y si se cumplirán las expectativas. Al final, debe reiniciarse el ciclo, aunque se hayan alcanzado los objetivos, ya que el diseño de sistemas es un proceso dinámico

Como ya se mencionó, una faceta del enfoque de sistemas es de metodología de diseño para la toma de decisiones en un contexto de sistemas, siguiendo esta línea, la siguiente figura muestra el proceso de toma de decisiones descompuesto en las tres fases del diseño de sistemas.



**Figura 4**

El proceso da inicio en la fase de preplaneación, donde a partir de una serie de necesidades que deben ser satisfechas, se define un problema de decisión. Esto conduce al planteamiento de objetivos y metas, que de ser alcanzadas disminuirán el nivel de las necesidades iniciales.

Una vez definido el problema, se inicia una búsqueda de alternativas de solución al problema, esto lleva a la definición de atributos y criterios para llevar a cabo la evaluación de las alternativas a través de modelos de decisión.

Por último, una vez evaluadas las alternativas, se elige una para ser implantada como solución al problema, con lo que se obtendrán resultados que permitirán evaluar el nivel de satisfacción alcanzado con dicha solución. Si se obtienen resultados satisfactorios, se da por terminado el proceso, de no ser así, se regresa a la etapa de preplaneación y se revisan las necesidades existentes, reiniciando el ciclo.

Como el objeto de estudio de la tesis está ligado a la estructuración de problemas en grupo para la toma de decisiones, el trabajo se limita a la fase de preplaneación del proceso de toma de decisiones. Es decir, sólo se trabaja con las necesidades percibidas por los integrantes o dueños del sistema, sus metas y objetivos, la definición del problema y en última instancia la búsqueda de alternativas.

Debido a esto, es necesario conocer los fundamentos del análisis de problemas. La siguiente sección presenta algunos conceptos de análisis de problemas utilizados en el desarrollo de este trabajo.

## **Análisis de problemas.**

### **¿Qué es un problema?**

Para comenzar, hay que definir lo que se entiende por problema, según Van Gundy [4], un *problema* es aquella situación en que se percibe una diferencia entre lo que debería ser y lo que es.

Generalmente los problemas son subjetivos y dinámicos. Subjetivos, porque lo que para alguna persona puede ser un problema, para otra no lo es. Por ejemplo, en un problema de dinero, ¿cuánto es poco y cuánto es mucho? Los problemas son además dinámicos porque lo que en un momento puede ser un problema, al paso del tiempo puede dejar de serlo; por ejemplo, en una familia, los problemas de los padres con su hijo(a) adolescente.

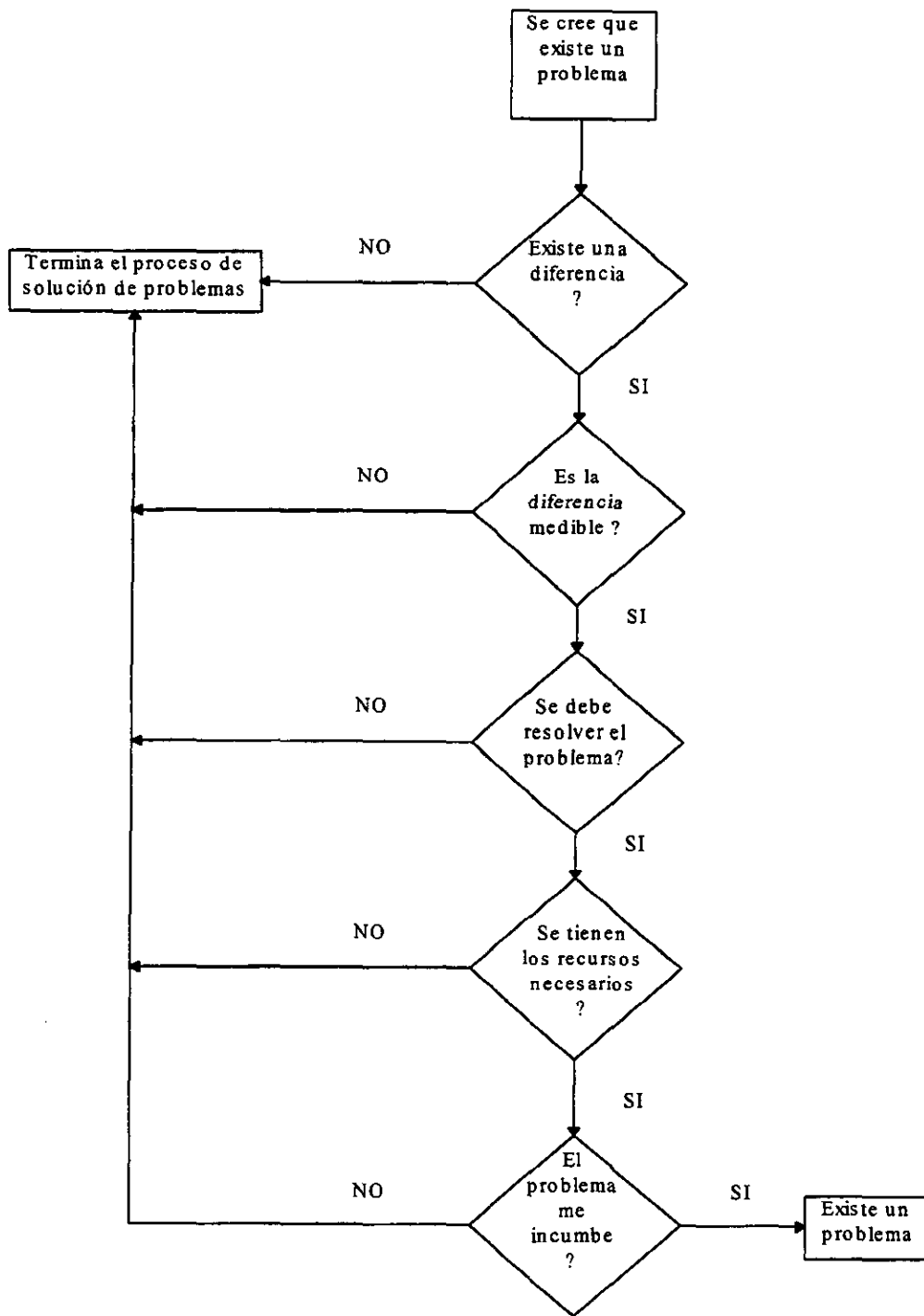
Debido a estas características, surge la duda ¿cuándo sabemos que existe un problema ?

### **Identificación del problema.**

Para que exista un problema, se deben presentar una serie de condiciones que integran la etapa previa a la solución de problemas, dentro del proceso de toma de decisiones (Van Gundy [4]), estas condiciones son :

1. Que exista una diferencia entre el estado deseado del sistema (lo que debería ser) y el estado actual (lo que ahora es).
2. Que la diferencia sea medible de alguna forma.
3. Que sea necesario eliminar esa diferencia.
4. Que se disponga de los recursos necesarios para eliminar esa diferencia.
5. Que esté dentro de nuestro ámbito de influencia.

La siguiente figura presenta un diagrama con los pasos que integran la etapa previa a la solución de problemas y que sirven para determinar si existe o no un problema.



**Figura 5**

Etapas previas a la solución de los problemas.

El primer paso de esta etapa consiste en percibir la necesidad de resolver el problema, es decir, debe haber conciencia de que existe una diferencia entre el estado actual y el estado deseado. Para esto, es necesario que la diferencia sea medible en alguna forma, para conocer su magnitud, por lo que es necesario contar con criterios de medición válidos y confiables. A continuación hay que considerar si los costos de obtener información acerca del problema son menores que el costo por no resolverlo, es decir, si vale la pena tratar de eliminar el problema.

Además, estos recursos deben existir o poderse adquirir durante el tiempo disponible para la solución; ya que si los recursos no están disponibles y no lo estarán durante el tiempo con que se cuenta para resolver el problema, entonces hay que dar por terminado el proceso.

Después de percibir e identificar el problema, hay que determinar a quien le pertenece y si es necesaria la participación o el apoyo de otras personas durante el proceso de solución.

Una vez que se sabe que existe un problema, surge la pregunta ¿Qué tipo de problema es? Los problemas difieren en el tipo de información que presentan y en su estructura. Esto permite clasificarlos de la siguiente forma: Estructurados, semiestructurados y no estructurados.

### **Tipos de problemas.**

*Bien estructurados* : Son aquellos problemas que ya han sido resueltos anteriormente y por su estructura es posible aplicarles algoritmos que garantizan una solución óptima del modelo. Generalmente son problemas operativos que suelen repetirse y que requieren soluciones analíticas y los métodos de solución suelen tener un alto contenido matemático. Ejemplos de este tipo de problemas se encuentran en la programación matemática y el análisis estadístico.

*No estructurados* : Son problemas sin una estructura clara para los cuales no se cuenta con algoritmos o heurísticas que garanticen una solución. Estos problemas no son repetitivos y se tiene poca o nula información acerca de como resolverlos. Para su solución requieren mas de la creatividad que del análisis lógico o matemático, por lo que las soluciones suelen estar hechas a la medida del problema. Los procedimientos para abordar estos problemas se conocen como *técnicas creativas de solución de problemas*.

*Semiestructurados* : Son problemas que no tienen una estructura tan clara como para que existan algoritmos que garanticen una solución óptima al problema, pero se pueden resolver a través de métodos heurísticos que garantizan una buena solución. Para estos problemas la información suele ser incompleta, es decir, existe incertidumbre en ciertos aspectos del problema.

Sin embargo, para cada tipo de problema, suelen existir complicaciones por la forma en que se usan las técnicas de solución. Algunas de las formas más comunes de uso y abuso de las técnicas de solución son las siguientes :

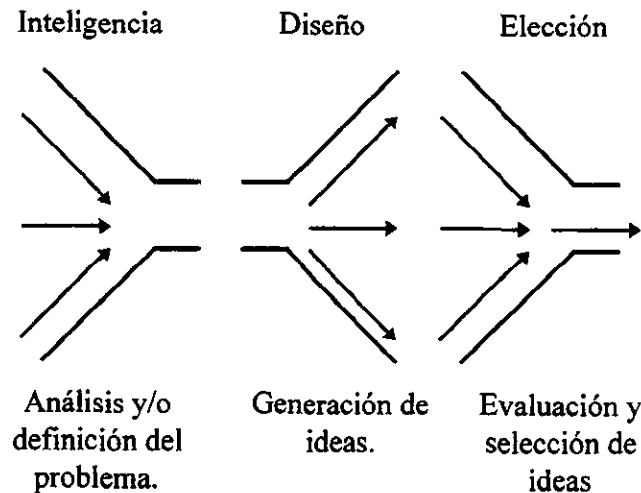
- La panacea : Cuando se pone de moda alguna técnica o procedimiento esta se utiliza para todo tipo de problema sin importar si es pertinente o no y si los supuestos en los que se basa se cumplen en cada caso.
- La escopeta : Bajo esta perspectiva se piensa que mientras más técnicas se apliquen al problema mejor. Un inconveniente de proceder así es que no se puede garantizar la mejor solución al problema, además de que el análisis puede resultar muy largo y costoso.



- **Contingencia** : En este caso la elección de la técnica depende de las condiciones del problema y de su entorno o ámbito de influencia, es decir del suprasistema en el que está contenido. Es el acercamiento recomendado para atacar los problemas poco o mal estructurados.

En general para problemas poco estructurados, que son los que interesan a este trabajo, Van Gundy propone utilizar el siguiente esquema para la solución de problemas.

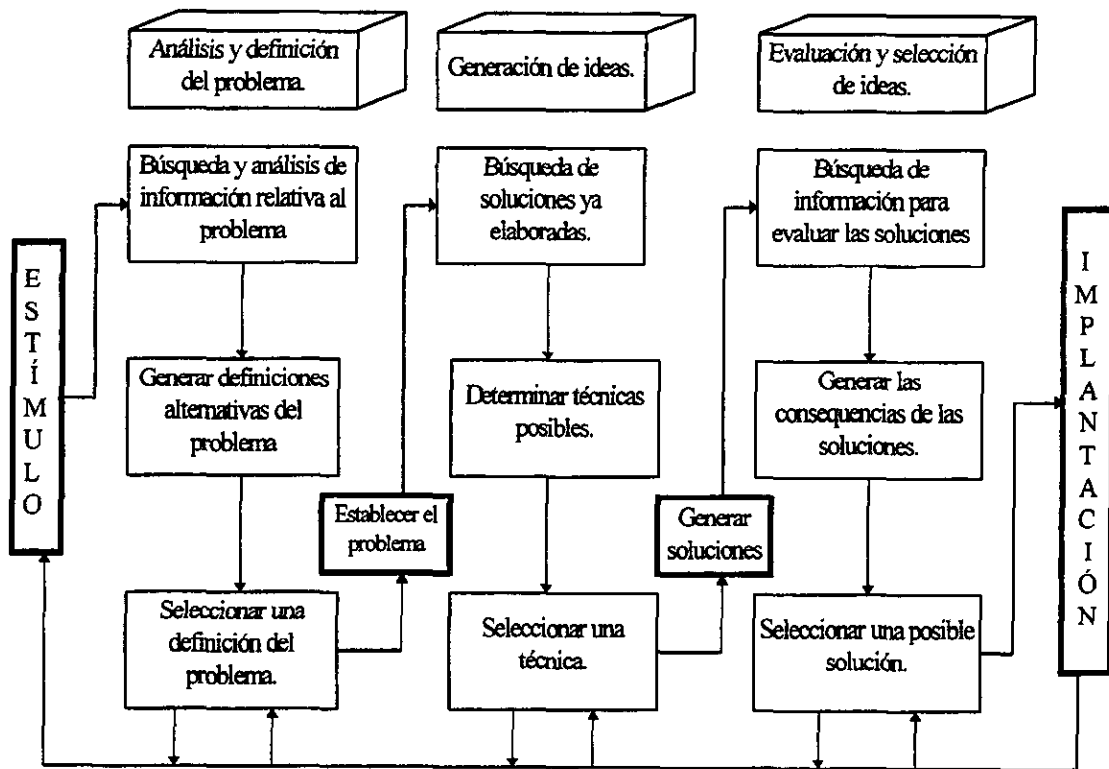
### Un esquema de solución de problemas.



**Figura 6**

El esquema de la figura 6 se divide en 3 partes, inteligencia, diseño y elección. En la parte de inteligencia se realiza la definición del problema, partiendo de diversos elementos presentes en la situación, integrados en la definición del problema, mediante un proceso de análisis. Una vez definido el problema, en la parte de diseño se generan ideas (propuestas de solución) a través de un proceso creativo o de síntesis. Por último, otra vez mediante un proceso de análisis, se evalúan las ideas generadas en la etapa de diseño y se seleccionan aquellas que se consideren las más adecuadas para la solución del problema.

Cada una de las partes de este esquema se puede expandir hasta que el conjunto adquiere la forma de un modelo de solución de problemas, como el que se muestra en la siguiente figura :



**Figura 7**

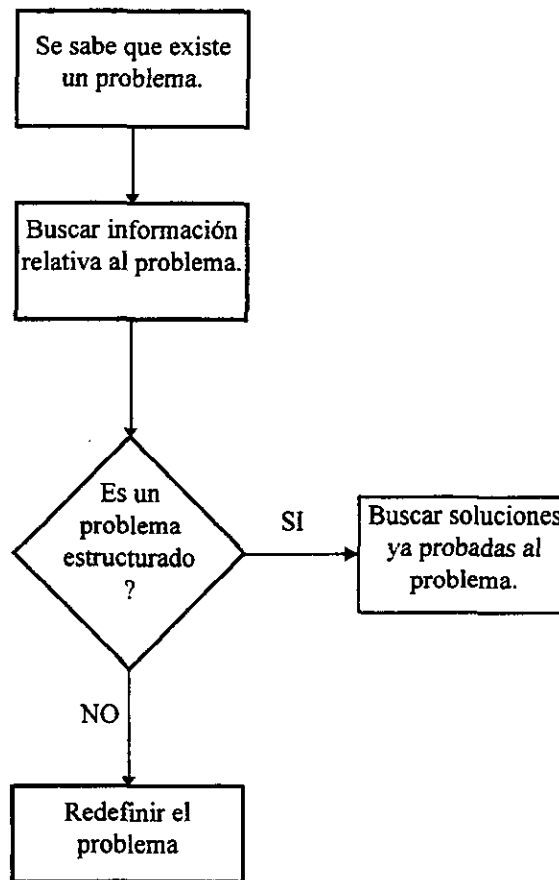
Para explicar este modelo, a continuación se describe cada una de sus etapas, comenzando por la de análisis y definición del problema.

Etapa de análisis y definición del problema.

En esta etapa, se busca y analiza la información del problema, considerando que mientras más información se tenga acerca de los estados del problema y de cómo resolverlo, más estructurado será.

Para un problema estructurado, hay que buscar soluciones ya probadas, mientras que para un problema no estructurado, hay que seleccionar una o más técnicas de definición y análisis de problemas, aplicando tantas técnicas como sean necesarias de acuerdo al tiempo disponible y a la magnitud del problema. Se debe generar una definición potencial del problema por cada técnica utilizada, para después seleccionar una sola definición para el problema.

En la siguiente figura, se encuentra un diagrama con los pasos que integran la etapa de análisis de información y definición del problema.



**Figura 8**

Etapa de generación de ideas.

Para esta etapa, lo primero es buscar soluciones ya probadas al problema. Si la solución existe, hay que aplicarla y evaluar sus resultados. Si no existe, se recomienda aplicar *técnicas de solución creativa de problemas*. En ambos casos hay que determinar si estas deben ser individuales o de grupo. Si se dispone de tiempo suficiente y la aprobación de otros es necesaria, hay que utilizar técnicas grupales, si no, técnicas individuales. Por último, para elegir la técnica de generación de ideas hay que considerar la magnitud y complejidad del problema así como el nivel de capacitación requerido para implantar la técnica.

La siguiente figura, presenta un diagrama que muestra los pasos de la etapa de generación de ideas y soluciones.

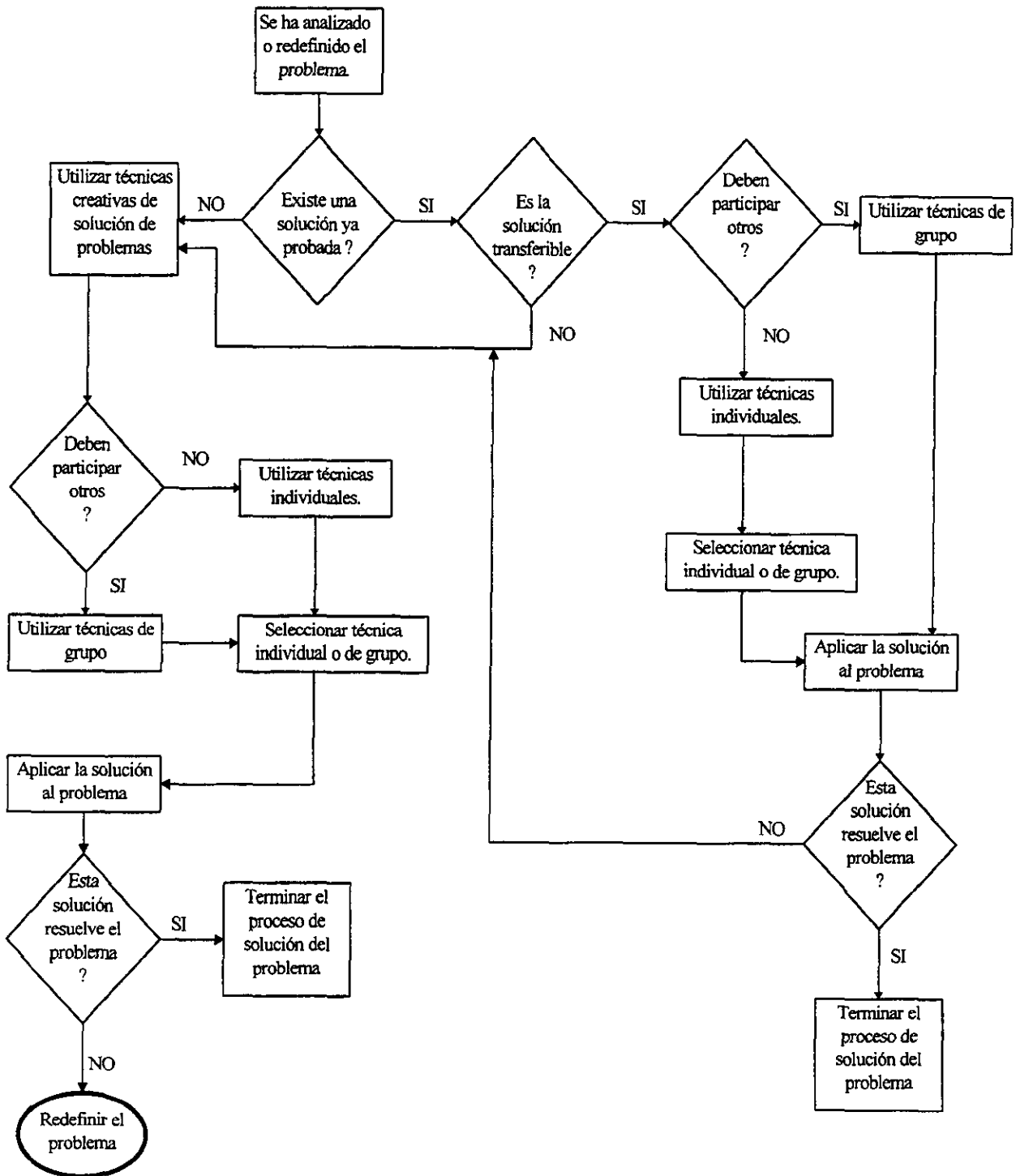
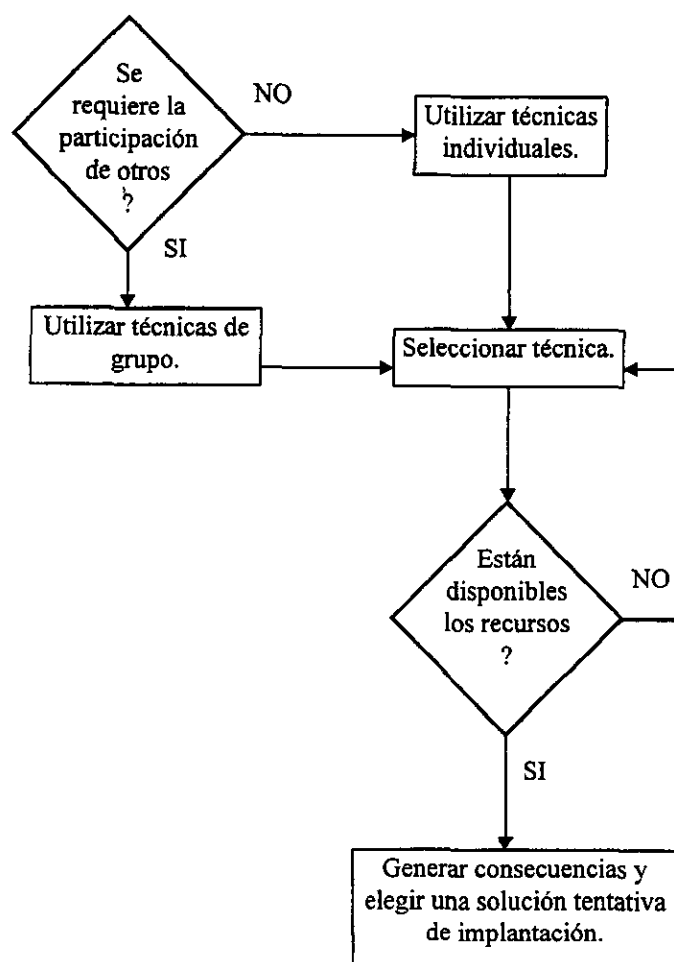


Figura 9

### Etapa de evaluación y selección de ideas.

Igual que en las etapas anteriores, hay que determinar si se usarán técnicas grupales o individuales para la evaluación y selección de ideas. Para las técnicas de grupo hay que considerar, si se requiere, de una solución concensada o si se utilizarán procedimientos de votación. Una vez elegida una técnica, hay que buscar información para la evaluación de las soluciones. En este punto hay que evaluar la disponibilidad de recursos, ya que si estos no están disponibles y no lo estarán durante el tiempo requerido para resolver el problema, se debe buscar otra técnica. Si los recursos están disponibles, hay que generar y analizar las consecuencias de las soluciones de acuerdo con los criterios preestablecidos para las soluciones al problema y elegir una solución tentativa para su implantación.

Esto se muestra en el siguiente diagrama correspondiente a la etapa de evaluación y selección de ideas.

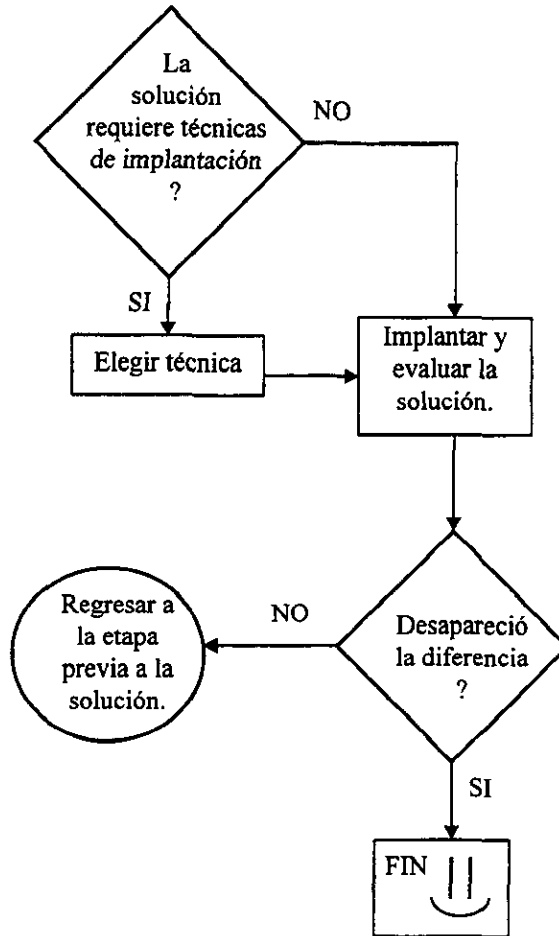


**Figura 10**

### Etapa de implantación.

En esta fase se implanta la solución elegida, con técnicas de implantación si la solución lo amerita. Por ejemplo, si la solución es compleja y requiere de la coordinación de actividades y eventos, se recomienda utilizar la técnica PERT, en cambio, si la solución no es compleja, tal vez no se justifica el uso de técnicas de implantación. Una vez implantada la solución, hay que determinar si aún persiste la diferencia, si esta se redujo satisfactoriamente o si fue eliminada. Si la diferencia aun existe, hay que reiniciar el proceso desde la etapa previa a la solución de problemas, si no, el problema ha sido resuelto.

Lo anterior se puede observar en el diagrama que aparece en la siguiente figura



**Figura 11**

Este esquema de solución de problemas propone el uso de *técnicas de solución creativa de problemas* para problemas no estructurados, para los que Van Gundy reporta los siguientes beneficios :

- *Reducción del nivel de confusión del problema.*

Uno de los principales obstáculos en la solución de problemas no estructurados es la incertidumbre acerca de las dimensiones del problema y a posibles consecuencias de los cursos de acción. Puede suceder que se tenga conciencia del problema pero no así de sus dimensiones o del número de factores y sus interrelaciones. En general las *técnicas de solución creativa de problemas* reducen los niveles de incertidumbre agregando información relativa al problema.

- *Incremento en el número de alternativas de solución disponibles.*

Un beneficio del uso de *técnicas de solución creativa de problemas* es el incremento en la calidad de las soluciones derivado de la generación de un mayor número de alternativas de solución que con otro tipo de técnicas. Esto se justifica porque mientras más grande sea el conjunto de alternativas de solución mayor es la probabilidad de encontrar una buena solución al problema.

- *Disminución en el número de revisiones de las soluciones. ( Control )*

Una dificultad presente en la solución de problemas es la revisión de las soluciones, una vez que se han implantado. Generalmente esto sucede cuando el análisis del problema no fue adecuado o el problema no está bien definido. Las *técnicas de solución creativa de problemas* disminuyen las posibilidades de revisión de la solución ya que hacen énfasis en la definición y análisis del problema.

- *Mayor aprovechamiento de las habilidades personales.*

Las personas que realizan tareas rutinarias suelen desaprovechar sus demás habilidades ya que no ejercitan su capacidad creativa. Las *técnicas de solución creativa de problemas* fomentan el uso de la creatividad en la solución de problemas dando una oportunidad a que las personas desplieguen sus habilidades latentes.

En el siguiente capítulo se presenta la teoría de la decisión como complemento del marco teórico del trabajo.

### III La Toma de Decisiones.

#### Los problemas de toma de decisiones.

La toma de decisiones es con frecuencia objeto de airadas discusiones en las que se cuestionan las soluciones. Por ejemplo, ¿ con qué criterios el gobierno de los Estados Unidos certifica el combate al narcotráfico realizado por México ?, o ¿ porqué el entrenador de la selección nacional de futbol convoca a cierto jugador si existen otros con mejor desempeño en el campeonato ? o ¿ Cómo seleccionar los lugares a visitar en un recorrido turístico en grupo para formar un itinerario con el que la mayoría este de acuerdo ?

De las preguntas anteriores se puede ver que los problemas de toma de decisiones se presentan en diferentes situaciones y tienen distintos niveles de complejidad. Sin embargo, a pesar de esta diversidad, cualquier problema de toma de decisiones cae en alguna de las siguientes clases : (Roy B, [5])

- i. Asociar cada alternativa a una categoría preestablecida. (*Clasificación*)
- ii. Seleccionar la mejor alternativa de un conjunto. (*Optimización*)
- iii. Construir un orden en el conjunto de alternativas. (*Jerarquización*)
- iv. Una combinación de las anteriores.

Por ejemplo, cuando un banco decide a que personas les otorga una tarjeta de crédito, se enfrenta al problema de clasificación pues debe colocar a los aspirantes a tarjetahabientes en uno de dos subconjuntos, aquellos que son sujetos de crédito y aquellos que no lo son. <sup>1</sup>

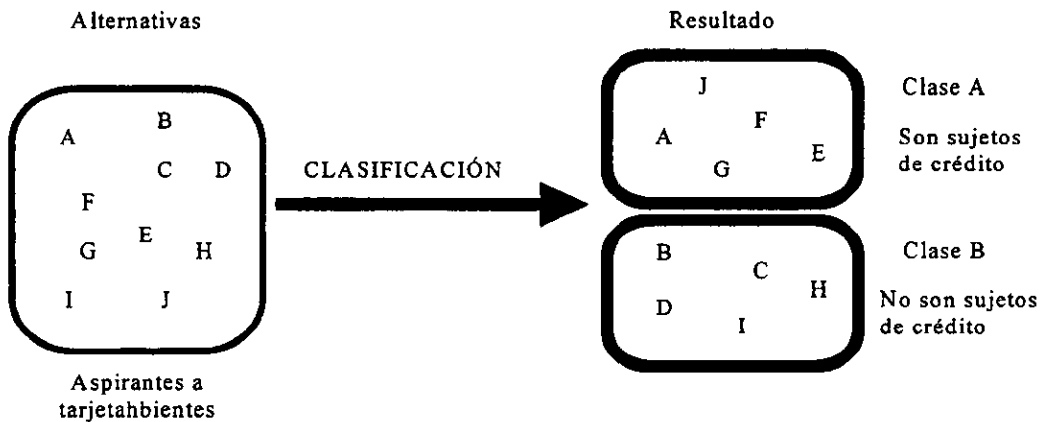
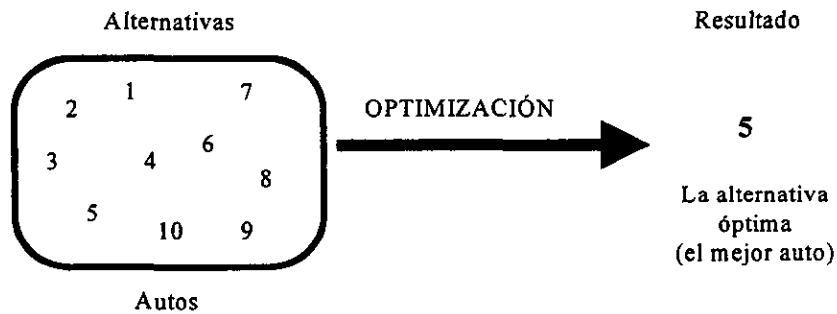


Figura 12

<sup>1</sup> Una variante del problema de clasificación consiste en dividir el conjunto de alternativas en más de dos clases.

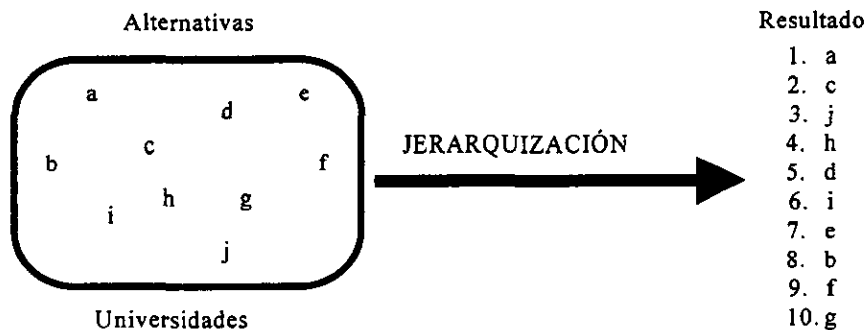


En cambio, si se piensa en comprar un automóvil, se tiene un problema de optimización, ya que la solución al problema consiste en determinar del conjunto de automóviles aquel que más nos conviene de acuerdo con algunos parámetros como el precio, el rendimiento, la marca o el color.



**Figura 13**

Un estudiante de bachillerato que desea ingresar al nivel de educación superior se enfrenta al problema de jerarquización ya que debe ordenar de acuerdo con sus preferencias el grupo de universidades que ofrecen la carrera que desea estudiar. Esto debe hacerlo considerando las condiciones que ofrece cada universidad, por ejemplo, las instalaciones, la distancia a su hogar, actividades extracurriculares y/o el nivel académico.



**Figura 14**

### ***Estructura general de un problema de decisión.***

Una vez presentados los tipos de problemas de decisión existentes, es necesario conocer la estructura que presentan los problemas de decisión que se pueden resolver la metodología que se propone. En general, un problema de toma de decisiones presenta los siguientes elementos : (Trejos, [6])

- i. Un conjunto A de alternativas, opciones o cursos de acción factibles. Este conjunto debe estar bien definido, ya sea de forma extensiva o analítica.
- ii. Un conjunto C de consecuencias de las acciones del conjunto A. Son el resultado de las acciones en A, bajo los estados del mundo futuros  $\theta_i$ , los cuales son desconocidos para el decisor.

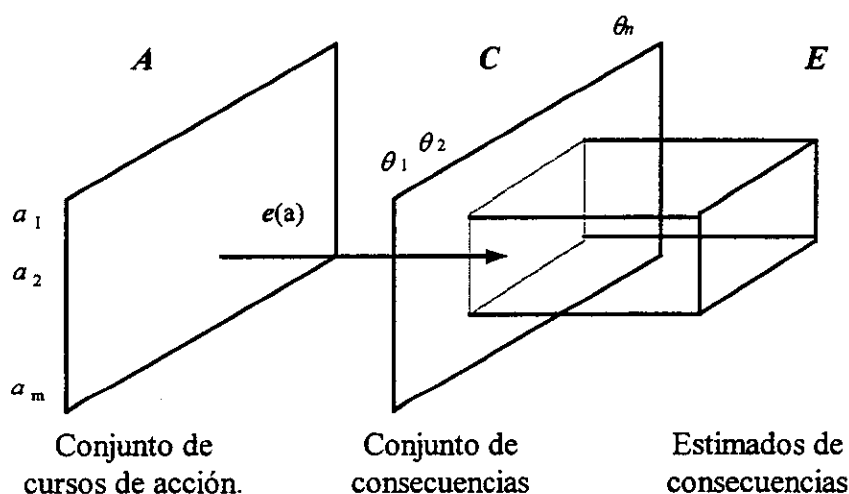
iii. Un conjunto  $E$  de estimados de consecuencias. Son consecuencias a priori; las creencias acerca de lo que pueden ser las consecuencias. Es sobre los elementos de este conjunto sobre los que se toma la decisión.

iv. Una función  $e$  denominada de estimados de consecuencias que va de los elementos del conjunto  $A$  al conjunto  $E$  de estimados de consecuencias contenido en  $C$ .

v. Una relación binaria ( $\succ$ ) sobre  $E$ , llamada relación de preferencia.

Cabe señalar que los conjuntos  $A$  y  $C$  son excluyentes y exhaustivos, es decir, que se realiza necesariamente uno y sólo uno de los elementos del conjunto, además de que se consideran todos los posibles cursos de acción.

La siguiente figura, tomada de Trejos, muestra los elementos de un problema de decisión.



**Figura 15**

Con esta estructura, resolver el problema de decisión consiste en encontrar aquella alternativa  $a^*$  en el conjunto  $A$  tal que evaluada en la función de estimados de consecuencias sea preferible a cualquier otra alternativa en el conjunto  $A$ , es decir; hallar  $a^*$  en  $A$  tal que :  $e(a^*) \succ e(a)$  para toda  $a$  en  $A$ .

Por otro lado, según sea la información que se tenga será el conjunto de estimados de consecuencias  $E$ , por lo que se pueden tener las siguientes situaciones :

- i. Si el elemento  $e(a)$  está en  $C$  para toda  $a$  en  $A$ , se tiene un problema de decisión bajo certeza.
- ii. Si a los elementos  $e(a)$ , del conjunto  $E$  se les asocia una distribución de probabilidad, se tiene un problema de decisión bajo riesgo.
- iii. Si el conjunto de alternativas  $A$ , el de estados del mundo  $C$ , o el de estimados de consecuencias  $E$  se modela a través de conjuntos borrosos, entonces se tiene una situación de decisión borrosa o difusa.

- iv. Si sólo sabemos que los elementos  $e(a)$  del conjunto  $E$  forman un subconjunto de  $C$ , se tiene un problema de decisión bajo incertidumbre.

Los cuatro casos anteriores se resumen en la siguiente tabla :

El conjunto de estimados de consecuencias $E$ es :	El problema de decisión es :
Un elemento en $E$ para cada elemento de $A$	Bajo certeza
Una distribución de probabilidad para cada $e(a)$	Bajo riesgo
Un subconjunto borroso de $E$	Borrosa / Difusa
Un subconjunto de $E$	Bajo incertidumbre

### **Corrientes en la toma de decisiones.**

Ya que se conoce los tipos de problema de decisión y su estructura, a continuación se presentan las perspectivas desde las que se pueden estudiar los problemas de decisión. Actualmente, la toma de decisiones se analiza principalmente bajo dos puntos de vista, uno que propone como se deben tomar las decisiones (*corriente normativa*) y otro que explica como se toman decisiones en la realidad (*corriente descriptiva*).

#### **La corriente descriptiva.**

Esta corriente surge del interés de la psicología por estudiar como las personas toman decisiones en situaciones reales, por lo que busca responder las siguientes preguntas (French, [7]):

- ¿ Qué nos motiva a tomar decisiones ?
- ¿ Qué factores de la toma de decisiones son determinantes ?
- ¿ Cómo podemos tomar mejores decisiones ?

La corriente descriptiva investiga si sujetos en situaciones de toma de decisiones se comportan de acuerdo con las reglas que establece la corriente normativa.

#### **La corriente normativa.**

Esta corriente está representada principalmente por la investigación de operaciones y estudia como debe ser la toma de decisiones en condiciones ideales. La corriente normativa representa entonces una guía para realizar una decisión futura, ya que nos dice como debemos comportarnos si queremos ser consistentes con una serie de axiomas.

Este trabajo en particular se ubica dentro de la corriente normativa de la toma de decisiones, con orientación a los métodos de solución de problemas de toma de decisiones.

Para resolver los problemas de decisión existen diversos enfoques. Si se considera la participación de un analista de decisiones (*experto en problemas de decisión*), este puede tomar dos posturas con respecto al decisor (*aquel que tiene el problema de decisión*). La primera, denominada de *toma de decisiones* se da cuando el analista de decisiones resuelve solo el problema, es decir, el decisor le plantea la situación, el analista propone un modelo, lo resuelve y transmite la decisión al decisor.

La segunda postura, denominada de *apoyo a la decisión* se da cuando el analista ayuda al decisor a determinar sus preferencias. Además, el analista interactúa con el decisor para establecer, validar y solucionar el modelo de decisión. Por lo que es el decisor y no el analista quien toma la decisión. Este trabajo en particular, se sitúa en el esquema del apoyo a la decisión, específicamente para grupos.

Por otro lado, existen varios enfoques para modelar situaciones de toma de decisiones. De ellos, a continuación se describen tres de los más conocidos que son los enfoques utilitarista, de sobreclasificación y el de desarrollo.

## **Tres enfoques para la toma de decisiones.**

### **El enfoque normativo.**

La estructura de este enfoque, se compone de los siguientes elementos : los conjuntos  $A$ ,  $C$  y  $E$  y una relación de preferencias  $\succeq$  dada por el decisor sobre los elementos del conjunto  $A$ . (Trejos, [6])

Para solucionar el problema se genera una función real  $g$ , definida sobre el conjunto  $A$ ,  $g : A \rightarrow \mathbb{R}$ ; que refleja las preferencias del decisor en el sentido de que a un mayor valor de la función corresponde un mayor nivel de satisfacción del decisor con sus objetivos. Por ejemplo, si la alternativa  $a$  es preferida a la alternativa  $a'$ , es decir,  $a \succeq a'$  entonces la función  $g(\cdot)$  cumple :  $g(a) > g(a')$ .

En caso de un problema de optimización, la solución al problema de decisión consiste en encontrar la alternativa  $a^*$  en el conjunto  $A$  de tal forma que  $g(a^*) \geq g(a)$  para toda  $a$  en el conjunto  $A$ , maximizando así el beneficio del decisor.

### **Bajo riesgo.**

Este mismo problema para el caso de decisión bajo riesgo se transforma de la siguiente manera : Como se desconoce el estado del mundo  $\theta_i$  que ocurrirá, pero se tiene experiencia en el problema, se desarrolla el concepto de *utilidad esperada* que consiste en asignar distribuciones de probabilidad  $e(a)$  en  $C$  para estimar las consecuencias de que ocurra  $a$ , y a partir de ellas determinar su esperanza bajo la función  $g$  de la siguiente forma :

$$E(e, g) = \sum_a g(a)e(a) \text{ para el caso discreto.}$$

$$E(e, g) = \int_a g(a)de(a) \text{ para el caso continuo.}$$

Donde  $e(\cdot) \succeq e'(\cdot)$  implica que  $E(e, g) > E(e', g)$  para toda  $e, e'$  en  $E$ .

Si existe la función de utilidad para el problema, lo que no siempre sucede, la solución estará dada por aquella acción  $a$  que resuelva :  $Max\{E(e, g) / e(a) \in E, \forall a \in A\}$ .

### El enfoque descriptivo.

Otro enfoque al problema de toma de decisiones, en particular para problemas con múltiples criterios, surgió en Francia con el método ELECTRE I creado por Benayoun, Roy y Sussman en 1966. Posteriormente se hicieron modificaciones al ELECTRE I de las que surgieron otras versiones de Electre, los cuales se pueden encontrar actualmente en paquetes de cómputo. (Watson y Buede, [8])

Todas las versiones del Electre pertenecen a los métodos denominados de sobreclasificación, que consisten en la creación de una relación binaria que refleje las preferencias del decisor y que se conoce como relación de sobreclasificación. Para este enfoque, Antún [9] propone que la estructura del problema de decisión consta : de un conjunto  $A$  con  $n$  alternativas, un conjunto  $J$  de criterios comunes a las alternativas, donde cada criterio tiene asociado un peso  $p_j$  que refleja su nivel de importancia en el problema y una serie de valores  $x_{ij}$  que califican a la alternativa  $i$  con respecto al criterio  $j$ .

Con esta estructura se generan dos medidas, una denominada *nivel de concordancia*  $C_{ab}$ , que refleja que tan válida es la proposición  $a \succeq b$ , la alternativa  $a$  es al menos tan buena como la alternativa  $b$ . Que se define como :

$$C_{ab} = \frac{\sum_{j \in J^+} p_j}{\sum_{j \in J} p_j}$$

Donde  $J^+$  es el conjunto de índices de los criterios en que se cumple que  $x_{aj} \succeq x_{bj}$ .

La segunda medida, llamada *nivel de discordancia*  $D_{ab}$ , refleja la incongruencia de la proposición  $a \succeq b$ , y se define como :

$$D_{ab} = \frac{x_{aj} - x_{bj}}{\bar{e}_j - \underline{e}_j}$$

Donde  $\bar{e}_j$  y  $\underline{e}_j$  son el estado superior e inferior de la escala del criterio  $j$  para todo  $j$  en  $J$ .

Si el nivel de concordancia  $C_{ab} = 1$ , y por consecuencia  $D_{ab} = 0$ , se puede decir que la alternativa  $a$  es completamente preferida a la alternativa  $b$ , mas si  $C_{ab}$  es cercana a 1, y  $D_{ab}$  es distinta de cero, entonces se puede afirmar que hay preferencia de  $a$  sobre  $b$ , donde esta preferencia irá disminuyendo a medida que disminuya  $C_{ab}$  y aumente  $D_{ab}$ .

Por otro lado el decisor fija unas cotas  $c_0$  y  $d_0$  que muestren el nivel mínimo de concordancia exigido y el nivel máximo de discordancia tolerado. Entonces, para todo par de alternativas  $a, b$  para el cual  $C_{ab}$  sea mayor que  $c_0$  y  $D_{ab}$  sea menor que  $d_0$  se dice que la alternativa  $a$  sobreclasifica a la alternativa  $b$ ; es decir,  $aSb$ .

Al calcular los niveles de concordancia y discordancia para todo par de alternativas, se genera una partición sobre el conjunto de alternativas con base en la relación de sobreclasificación. La relación determina un subconjunto de alternativas no dominadas. Si se toma una gráfica, donde los vértices representen las alternativas y las aristas la relación de sobreclasificación, el kernel o núcleo de la gráfica será el conjunto de alternativas no dominadas.

Dependiendo del Electre utilizado, es el resultado obtenido con el conjunto de alternativas no dominadas, por ejemplo, Electre I genera un orden parcial en el conjunto de alternativas no dominadas, mientras que Electre II genera un orden completo del conjunto. Una descripción de los algoritmos de los métodos Electre I, II, III y IV se encuentra en Antún.

Watson y Buede mencionan que el enfoque de sobreclasificación es utilizado principalmente en Europa, en particular en Francia y Bélgica. Pero es poco conocido en América, donde predomina el enfoque utilitarista y otros métodos como, el AHP.

### **Enfoque de desarrollo.**

Este consiste en brindar apoyo al decisor aumentando su capacidad de análisis de información mediante el uso de computadoras (Edwards y Tversky, [10]). Dentro de este enfoque existen diversas ramas, como son, los sistemas expertos, los sistemas de conferencia y los sistemas de apoyo a la decisión.

#### Conferencia.

En McCartt y Rohrbaugh [11], se definen los sistemas de conferencia como sistemas de cómputo individuales y portátiles, que dan apoyo a grupos de ejecutivos que deben trabajar frente a frente en una gran variedad de problemas organizacionales.

Por su parte, Watson y Buede mencionan que el objetivo de la estrategia de conferencia es lograr que el grupo de decisores trabajen como un solo decisor, sin importar si los integrantes del grupo no se encuentran físicamente en un mismo lugar.

Las sesiones de trabajo con sistemas de conferencia generalmente son de dos a tres días, de preferencia en lugares alejados de las presiones laborales y el bullicio cotidiano y cuentan con la participación de personas ajenas al grupo de decisores. Estas personas, juegan los papeles de facilitador y analista, el primero conduce las sesiones de trabajo del grupo, mientras que el segundo se encarga de asesorar a los decisores en el uso del sistema y del modelo de decisión usado. <sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> En ocasiones, el facilitador y el analista son una sola persona.

Por otro lado, los modelos utilizados en los sistemas de conferencia se orientan a estructurar una visión común del problema, por lo que las dinámicas de grupo son de los modelos mas adecuados a este tipo de sistemas.

### Sistemas de apoyo a la decisión.

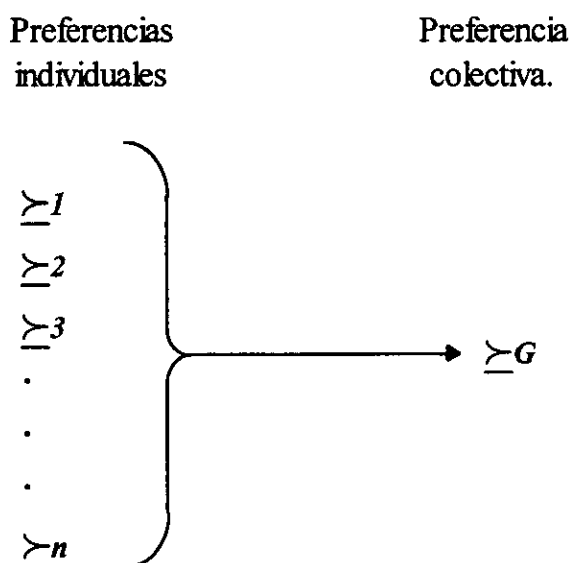
Como los sistemas de apoyo a la decisión para grupos son parte del objeto de estudio de este trabajo, su estudio se deja para el siguiente capítulo. La siguiente sección introduce el problema de toma de decisiones en grupo, algunos métodos de solución y dos problemas que suelen presentarse al tomar decisiones en grupo.

### **La toma de decisiones en grupo.**

En sí el problema de decisiones en grupo difiere poco del problema de decisión individual ya que su estructura contiene los conjuntos  $A$  de alternativas,  $C$  de consecuencias,  $E$  de estimados de consecuencias, así como la función  $e(a)$  y la relación  $\succeq$  de preferencia para cada individuo.

En general las preferencias de cada persona son distintas y esto provoca que se den diferentes soluciones individuales a un mismo problema. Además puede suceder que cada decisor no considere los mismos conjuntos de alternativas, consecuencias y/o estimados de consecuencias para una misma situación, esto hace que la fase de planteamiento del problema sea crítica para el resto del proceso de decisión. Sin embargo el problema de decisión en grupo, al igual que para individuos, sólo puede ser de optimización, clasificación o jerarquización.

Por lo tanto, el problema principal de la toma de decisiones en grupo consiste en agregar las preferencias de cada uno de los integrantes del grupo para obtener una preferencia colectiva, como se muestra en la siguiente figura :



**Figura 16**

Por lo tanto surge la pregunta ¿Cómo se genera una relación de preferencia colectiva ?

Una posibilidad es a través de una *función de elección social*, que Fishburn [12] define como :

Dada la pareja  $(A, \succeq_i)$  donde  $A$  es el conjunto de alternativas y  $\succeq_i = (\succeq_{i1}, \succeq_{i2}, \dots, \succeq_{in})$  es un vector de preferencias individuales sobre  $A$  para un cierto estado del mundo  $\theta_i$ . Para cada situación posible dada por la pareja  $(A, \succeq_i)$  la *función de elección social*  $F$  asigna el conjunto de elección no vacío  $F(A, \succeq_i) \subset A$  integrado por las “mejores alternativas” para cada situación  $(A, \succeq_i)$ . Es decir, para un conjunto de alternativas y una serie de relaciones de preferencia la función de elección social determina un subconjunto de  $A$  de acuerdo con las preferencias individuales.

Lo interesante de este esquema es que refleja las dificultades del problema de toma de decisiones en grupo, ya que diferentes métodos o funciones de elección social  $F$  dan diferentes conjuntos de elección  $F(A, \succeq_i)$  para una misma situación  $(A, \succeq_i)$ . Estas dificultades se reflejan en los diferentes métodos que a continuación se presentan.

### **Métodos para la toma de decisiones en grupo.**

Para la toma de decisiones en grupo, al igual que en la toma de decisiones individual, no existe un método para toda situación. Esto provoca que la selección del método de solución para un problema de decisión en grupo dependa de factores tales como la información disponible acerca del problema y las preferencias de los decisores sobre los métodos que ya conozcan.

#### Votación y funciones de elección social.

El procedimiento mas común para la generación de una relación de preferencia colectiva es la votación, o *regla de mayoría simple*, la cual se ha practicado desde hace ya muchos años y que se encuentra íntimamente relacionada con el concepto de democracia.

Este método, que puede ser utilizado para los tres tipos de problema de decisión, consiste en que cada integrante del grupo establece su preferencia entre las alternativas y se toma como preferencia colectiva, aquella que se repita un mayor número de veces.

Es decir,  $a$  tiene mayoría sobre  $b$ , denotada  $aMb$  si :

$$\left| \{i: a \succeq_i b\} \right| > \left| \{i: b \succeq_i a\} \right| \quad i \in \text{Grupo decisor} .$$

A continuación se describen algunos métodos para la toma de decisiones en grupo, relacionados con la regla de mayoría simple, acompañados de un ejemplo y un comentario final acerca de uno de ellos.

#### 1. Borda (1781).

Este método propone la asignación de rangos para ordenar las alternativas, los cuales se calculan mediante la siguiente fórmula.

$$r(a, A, \succeq_i) = \left| \{x / x \in A, a \succeq_i x\} \right| .$$



Es decir, el decisor  $i$  asigna a la alternativa  $a$  el número de alternativas  $x$  que son menos preferidas que  $a$ .

Donde la alternativa ganadora por el método de Borda es aquella que reúne la mayor suma de rangos, es decir :

$$F_0(A, \succeq_i) = \text{Max}_a \left\{ \sum_i r(a, A, \succeq_i) \right\}$$

Por su parte, Black propone en 1958 una modificación al método de Borda para considerar la indiferencia individual. Donde se toma :

$$s(a, A, \succeq_i) = \left| \{x / x \in A, a \succeq_i x\} \right| - \left| \{x / x \in A, x \succeq_i a\} \right|$$

Es decir, el número de alternativas  $x$  que son menos preferidas que  $a$ , menos el número de alternativas  $x$  que son preferidas sobre  $a$ .

$$\text{Y el ganador será : } F_1(A, \succeq_i) = \text{Max}_a \left\{ \sum_i s(a, A, \succeq_i) \right\}$$

## 2. Condorcet (1785)

Por su parte Condorcet propone que si una alternativa obtiene una mayoría simple sobre todas las demás alternativas, entonces esta debe ser la ganadora; es decir :

$$C(A, \succeq_i) = \left\{ a / a \in A, a Mx \forall x \in A - \{a\} \right\}$$

Para este método sólo existen dos resultados posibles, existe un vencedor de Condorcet y  $C(A, \succeq_i) = 1$  o no existe un vencedor de Condorcet y  $C(A, \succeq_i) = \emptyset$ .

Por lo que el criterio de Condorcet puede expresarse como :  $C(A, \succeq_i) = F(A, \succeq_i)$  cuando  $C(A, \succeq_i)$  es distinto de cero. Para mostrar esto consideremos los siguientes ejemplos.

Sea  $A = (x, y, a, b, c)$  y  $n = 5$ , de los que se obtienen los siguientes resultados :

Decisor					
1	$x$	$y$	$a$	$b$	$c$
2	$y$	$a$	$c$	$b$	$x$
3	$c$	$x$	$y$	$a$	$b$
4	$x$	$y$	$b$	$c$	$a$
5	$y$	$b$	$a$	$x$	$c$

Para estos resultados, el método de Borda nos da como ganador a  $y$  puesto que los valores obtenidos de la suma de rangos para  $x, y, a, b, c$  son 12, 16, 8, 7 y 7 respectivamente.

Sin embargo, como  $x$  tiene mayoría simple sobre las demás alternativas, el método de Condorcet nos da como ganador a  $x$ , con lo que surge la duda acerca de cual alternativa tomar como ganadora.

Esa decisión dependerá de los criterios que se deban satisfacer en cada caso particular, ya que mientras ciertos criterios son satisfechos por algunos métodos habrá otros que no se satisfagan. Por ejemplo, el criterio denominado *principio de reducción* que dice que : para una pareja de alternativas  $a, b$  en  $A$  tales que  $a \succeq b$ ,  $b$  es dominada por  $a$ , entonces  $F(A, \succeq_i) = F(A - b, \succeq_i)$ .

En particular , para el método de Condorcet se tiene que si un par de alternativas  $a, b$  en  $A$  cumple  $a \succeq b$ , entonces  $C(A, \succeq_i) = C(A - b, \succeq_i)$ , con lo que el principio de reducción es compatible con este método. Sin embargo, los resultados obtenidos con el método de Borda pueden variar al eliminar alternativas dominadas. Esto muestra la dificultad existente para la unificación de criterios de decisión con distintos métodos.

Por otro lado, considérese ahora la situación en que se tiene más de un candidato a ganador.

Sea  $A = (a, b, c)$  y  $n = 3$ , de los que se obtienen los siguientes resultados :

Decisor			
1	$a$	$c$	$b$
2	$b$	$a$	$c$
3	$b$	$a$	$c$

Aquí, el método de Borda da como ganador a  $F_0(A, \succeq_i) = (a, b)$  mientras que con el método de Condorcet se obtiene  $C(A, \succeq_i) = b$ .

En los dos ejemplos anteriores se tiene un ganador de Condorcet; ¿ pero qué hacer en caso de que  $C(A, \succeq_i) = \emptyset$  ?

Algunos estudiosos del problema, entre ellos Dodgson (*Lewis Carroll 1874*), han propuesto modificaciones al método de Condorcet, por ejemplo, Black propone en 1958 la siguiente fórmula :

$$F_2(A, \succeq_i) = \begin{cases} C(A, \succeq_i) & \text{si } C(A, \succeq_i) \neq \emptyset \\ F_1(A, \succeq_i) & \text{si } C(A, \succeq_i) = \emptyset \end{cases}$$

Es decir, que se aplique el método de Borda cuando no exista un vencedor de Condorcet.

### 3. Copeland (1951).

El propone se calcule el siguiente valor :  $u(a, A) = |\{x/ aMx\}| - |\{x/xMa\}|$ , que es el número de veces que  $a$  es preferido por mayoría menos el número de veces que no lo es, donde el ganador es :  $F_3(A, \succeq_i) = \underset{a}{Max}\{u(a, A)\}$

El siguiente ejemplo muestra los resultados de la aplicación de cada método hasta ahora mencionado.

Dado  $A = (x, y, a, b, c)$  y  $n = 9$ , se obtuvieron los siguientes resultados :

Resultado	Número de veces obtenido
$y x a c b$	4
$b c y a x$	3
$x a b c y$	2

En este ejemplo, el método de Condorcet da  $C(A, \succeq_i) = \emptyset$ , mientras que para Borda y Black se obtiene  $F_1(A, \succeq_i) = y = F_2(A, \succeq_i)$ ; pero con el procedimiento de Copeland el ganador es  $x$ , ya que se tiene  $u(x, A) = 2$ ,  $u(y, A) = u(a, A) = u(b, A)$ , mientras que  $u(c, A) = -2$ .

Por último es interesante señalar que no siempre es posible obtener un vencedor de Condorcet. Ya que a medida que el número de decisores y alternativas aumenta,  $n$  y  $m$  respectivamente, la probabilidad  $P(n, m)$  de que exista un vencedor de Condorcet disminuye. Es decir, disminuyen las posibilidades de que una alternativa tenga mayoría sobre las demás alternativas en  $A$ .

La siguiente tabla, tomada de Fishburn, contiene algunos valores de  $P(n, m)$ , donde se muestra que no es necesario tener un gran número de alternativas o decisores para que sea complicado obtener un vencedor de Condorcet.

$m \setminus n$	3	5	7
3	.056	.069	.075
4	.111	.139	.150
5	.160	.200	.215

La tabla muestra que la probabilidad de obtener un vencedor de Condorcet en un problema con cinco alternativas y cinco decisores es del 20%. Por lo que encontrar un vencedor de Condorcet puede ser complicado o imposible.

Por otro lado, en la toma de decisiones en grupo, a diferencia de la individual, los integrantes pueden tomar *decisiones estratégicas*, es decir, pueden ocultar sus verdaderas intenciones y no revelar sus preferencias, modificarlas durante el proceso de decisión o unirse con otros decisores para formar coaliciones que les sean benéficas.

Todos estos aspectos son tratados por la negociación, de la cual en la siguiente sección se muestra un método propuesto por Kersten [13], para obtener compromisos en procesos de negociación en grupo.

## Negociación.

La negociación es un método alternativo para resolver problemas de toma de decisiones en grupo que no pueden ser atacados con un enfoque utilitarista, pues como los decisores pueden ocultar o modificar sus objetivos reales en un grupo no cooperativo, la solución o el compromiso que se obtenga mediante funciones de utilidad estáticas no estará relacionado con la realidad.

Por lo tanto el enfoque propuesto para atacar estos problemas, no obtiene el mejor resultado o el compromiso eficiente a partir de las preferencias iniciales de los decisores, sino que apoya la determinación de un compromiso acerca de sus preferencias a través de un proceso de interacción dinámico e iterativo con el decisor.

En particular, el procedimiento presentado por Kersten se basa en la teoría de la aspiración, por lo que no requiere de funciones de utilidad o del ordenamiento de las alternativas.

El proceso es iterativo y los decisores mandan sus propuestas o contrapropuestas para que sean evaluadas por el grupo, y termina cuando :

- i. Todos los decisores aceptan una propuesta.
- ii. Un subgrupo de decisores está de acuerdo en una propuesta y tiene el suficiente poder para implantarla.
- iii. El grupo no logra ponerse de acuerdo durante el tiempo establecido y no se obtiene una propuesta.

Para esto se considera la siguiente estructura.

Se supone la existencia de un grupo de  $n$  personas que debe alcanzar un cierto compromiso, es decir, deben escoger una alternativa representada por el vector  $x$  en  $R^n$ . Cada integrante del grupo cuenta con una serie de intereses propios, que se reflejan en un conjunto de restricciones, denominadas suaves, que se modifican a medida que avanza el proceso de negociación y cambia la estrategia del decisor.

Las *restricciones suaves* se definen como :  $g_m(x) \geq a_i(t)$ .

Donde  $g_{im}(\cdot)$  es la función real, asociada a la  $m$ -ésima restricción del decisor  $i$ , que asigna un nivel de aspiración a partir de las características de la alternativa evaluada, es decir,  $g : R^n \rightarrow R$ . Mientras que  $a_i(t)$  es el nivel al que aspira el decisor  $i$  en el tiempo  $t$ .

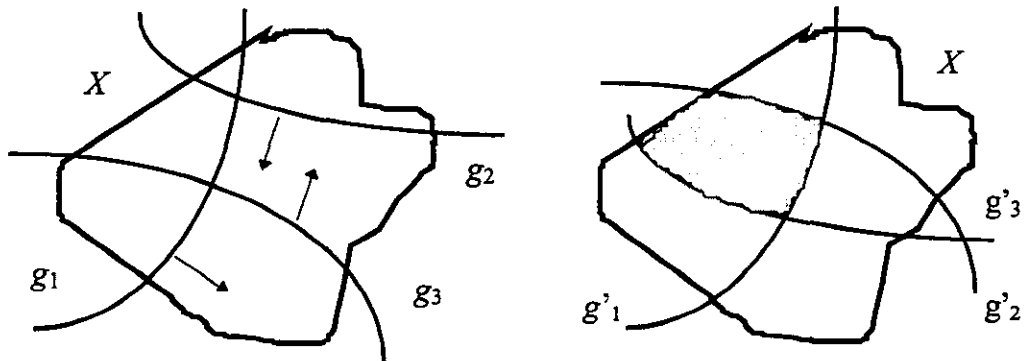
Por otro lado hay restricciones impuestas por el medio ambiente sobre el que los decisores no tienen influencia. Estas restricciones se denominan *restricciones duras* y determinan un poliedro de la forma  $X = \{ x / h(x) = 0 \}$  dentro del cual las alternativas son factibles.

De esta forma, una alternativa será *factible de compromiso* si satisface simultáneamente las restricciones duras y suaves, es decir, si pertenece al conjunto :

$$X_F(t) = \{ x / x \in X \wedge g_i(x) \geq a_i(t) \}$$

La decisión final o el compromiso negociado será aquel que sea factible para todas las restricciones y aceptable para todos los decisores.

En la siguiente figura se pueden observar dos conjuntos de alternativas, uno sin alternativas de compromiso y otro con alternativas de compromiso.



**Figura 17**

Para encontrar las alternativas de compromiso se utiliza un procedimiento denominado *contracción*. El cual consiste en la eliminación de alternativas del conjunto de alternativas factibles, aunque también se pueden agregar algunas alternativas, es decir, se reduce el conjunto de alternativas factibles en la dirección de las aspiraciones de los decisores. Las aspiraciones corresponden a las flechas en la figura 17 por lo que al modificar las restricciones suaves de  $g_i$  a  $g'_i$  se determina un conjunto de alternativas factible de compromiso. Los pasos del algoritmo de negociación de Kersten, se describen detalladamente en [12].

### **Dos problemas de la toma de decisiones en grupo.**

En esta parte, se describen dos problemas que suelen ocurrir en la toma de decisiones en grupo, el primero refleja la complejidad de la tarea, es decir, de la toma de decisiones; fue descrito por J.K. Arrow y se refiere a la dificultad de encontrar un método justo de toma de decisiones en grupo. El segundo problema denominado "groupthink" se puede presentar durante el proceso de decisión y está relacionado con la interacción de los individuos del grupo.

#### Teorema de imposibilidad de Arrow.

Si se sabe que la votación no es el mejor procedimiento para determinar las preferencias de los integrantes de un grupo, queda entonces por contestar la pregunta ¿ qué método es bueno ?. Buscando la respuesta, J.K. Arrow encontró un resultado que dice que no es posible generar una preferencia colectiva que siempre sea justa, a partir de preferencias individuales.

Este resultado, publicado en 1951, se le conoce como el *teorema de imposibilidad de Arrow* y se basa en las incompatibilidades que surgen entre ciertos axiomas que el autor supone se deben cumplir para que una decisión sea considerada racional. A continuación se muestran dichos axiomas (French, [7]).

A.1 Orden débil. Las relaciones de preferencia  $\succeq_i$  y  $\succeq_G$  deben ser órdenes débiles. Es decir, son relaciones completas y transitivas.

A.2 No trivial. El problema debe tener al menos dos decisores y tres alternativas.

A.3 Dominio universal. La preferencia colectiva  $\succeq_G$  debe estar definida sin importar como sean las preferencias individuales  $\succeq_i$ .

A.4 Independencia de alternativas irrelevantes o *Relevancia Binaria*. Arrow propone que si algunas alternativas son eliminadas del conjunto A y ninguno de los integrantes del grupo modifica sus preferencias sobre las alternativas restantes, entonces la preferencia colectiva no se debe modificar.

A.5 Principio de Pareto. Si se cumple que  $a \succ_i b$  para todo  $i$ , entonces se debe cumplir que  $a \succ_G b$  para el grupo.

A.6 No existe dictador. No hay un individuo en el grupo tal que sus preferencias determinen automáticamente la preferencia colectiva, independientemente de las preferencias de los demás integrantes del grupo.

#### TEOREMA DE IMPOSIBILIDAD DE ARROW.

No existe un mecanismo de agrupación que permita definir  $\succeq_G$  a partir de  $\succeq_i$  que sea consistente con los axiomas A.1 al A6.<sup>3</sup>

En otras palabras, cada método de agregación tiene el potencial de ser injusto o irracional. Esto trae como consecuencia que no se puede encontrar un método de agrupación de preferencias que sea adecuado para toda situación de acuerdo con los axiomas antes mencionados.

Para evitar las posibles injusticias o irracionalidades se puede disminuir el número de axiomas o relajar sus condiciones. Considerando, por ejemplo, sólo aquellos que sean significativos en el contexto del problema o bien se pueden determinar los efectos de cada método de agregación de preferencias en los axiomas. En el último caso se debe decidir si los efectos de algún método en particular son ventajas o desventajas para el problema en cuestión.

Una vez visto un problema asociado a la tarea, en un proceso de toma de decisiones en grupo, a continuación se presenta un problema relacionado con el proceso, es decir, con la interacción entre los integrantes del grupo.

#### Groupthink.

En 1972 L. Janis detectó un fenómeno presente en la toma de decisiones en grupo, al que llamó "groupthink".

El groupthink presenta los siguientes síntomas : (Guillen, [14])

- i. Ilusión de invulnerabilidad del grupo al error.

---

<sup>3</sup> Una demostración para este teorema se encuentra en French, [7].

*ii.* Creencia común en la moralidad del grupo.

*iii.* Presión directa sobre los disidentes a alinearse.

Janis encuentra además, una serie de características asociadas a los grupos en que ocurre el groupthink. Estas características son :

*i.* El grupo es altamente cohesivo.

*ii.* Está aislado de diversas influencias externas.

*iii.* No dispone de procedimientos para evaluar sistemáticamente las alternativas.

*iv.* Está sujeto a un líder.

*v.* Se encuentra en condiciones de alta tensión.

El groupthink tiene como consecuencia una deficiente toma de decisiones ya que permite la creación de un conjunto de alternativas incompleto, la omisión de datos relevantes, así como el sesgo en el procesamiento información disponible.

Por último, la psicología social recomienda que en las reuniones de toma de decisiones en grupo se incluya un facilitador, con la finalidad de evitar el groupthink y su efectos en el proceso de decisión.

El siguiente capítulo es una introducción a los sistemas de apoyo a la decisión, que junto con el análisis de problemas con enfoque de sistemas y la teoría de decisiones para grupos dan cuerpo a este trabajo.

## IV Los sistemas de apoyo a la decisión.

En esta parte se responde lo siguiente : qué son los sistemas de apoyo a la decisión, para qué sirven, de dónde surgen, qué estructura tienen, qué efectos provocan, cómo se clasifican y cuál es su desarrollo actual, con lo que se tendrá un panorama de lo que es un sistema de apoyo a la decisión. Pero comencemos definiendo el objeto de estudio de este capítulo.

### ¿ Qué son los sistemas de apoyo a la decisión ?

En la literatura se encuentran múltiples definiciones para los sistemas de apoyo a la decisión, todas ellas semejantes. Algunas definiciones de sistemas de apoyo a la decisión que se encuentran en Bui, [15] son :

John Little (1970) : Un conjunto de procedimientos para procesar datos y juicios basado en modelos para asistir al administrador en la toma de decisiones.

Gorry y Scott-Morton (1971) : Sistemas para apoyar a los tomadores de decisiones administrativas en situaciones no estructuradas o semiestructuradas.

Moore y Chang (1980) : Un sistema de apoyo a la decisión es aquel capaz de dar apoyo en el modelado de problemas de decisión y análisis de datos *ad hoc* , orientado a la planeación futura y utilizado en intervalos irregulares y no planeados.

Bonczek (1980) : Un sistema de apoyo a la decisión consta de tres componentes : un sistema de lenguaje, un sistema de conocimiento y un sistema de procesamiento de problemas que interactúan entre sí.

Bui (1984) : Un sistema de apoyo a la decisión es un sistema computarizado que da apoyo a sus usuarios para hacer decisiones efectivas en problemas no estructurados.

En particular, para sistemas de apoyo a la decisión enfocados a grupos, en este trabajo se toma la siguiente definición, que pertenece a DeSanctis y Gallupe [16].

*Un sistema de apoyo a la decisión para grupos* combina tecnologías de comunicación, de computación y de apoyo a la decisión para facilitar la formulación y solución de problemas no estructurados para un grupo de personas.

Una vez definido el objeto de estudio, nos interesa saber cuál es su función.



## ¿ Para qué sirven los sistemas de apoyo a la decisión ?

### Funciones.

Los sistemas de apoyo a la decisión tanto individuales como para grupo están diseñados para cumplir con ciertos papeles y funciones dentro del proceso de toma de decisiones, donde su utilidad está en función de qué tanto satisfagan estos propósitos.

A continuación se presenta una tabla, que muestra los papeles y funciones generales que desempeñan los sistemas de apoyo a la decisión.

Proceso de decisión	Papel	Función
Definición del problema Recolección de información Análisis de situaciones.	Coordinador	Proporcionar el máximo apoyo para el intercambio de información.
Análisis de decisión individual	Investigador	Reforzar protocolos de comunicación.
Análisis de decisión en grupo.	Administrador	Buscar la compatibilidad de los datos para algoritmos colectivos; ordenar datos para su difusión.

En la primer columna de la tabla se menciona el tipo de proceso de decisión que el sistema debe apoyar, la segunda columna se refiere al papel que juega el sistema en cada proceso y la tercer columna contiene las funciones que debe realizar el sistema durante el proceso. Es decir, las columnas responden a las preguntas ¿ qué se hace ?, ¿ de qué manera interviene el sistema ? y ¿ cómo apoyo brinda el sistema ?

Por ejemplo, si el proceso de decisión consiste en la definición del problema, el sistema debe cumplir con el papel de coordinador, facilitando el intercambio de información entre los integrantes del grupo. Entonces, para cada proceso de decisión los sistemas de apoyo tienen diferentes funciones y por lo tanto distintos niveles de apoyo .

### Niveles de apoyo.

DeSanctis y Gallupe mencionan que la toma de decisiones en grupo se puede ver como un proceso de intercambio de información entre los integrantes del grupo. Las actividades de comunicación que se presentan en una reunión de toma de decisiones incluyen la socialización, búsqueda de información, intercambio de información, exploración de las propuestas, su análisis, expresiones de preferencia, discusión, desarrollo de propuestas y la negociación de las mismas.

En este sentido, los sistemas de apoyo a la decisión para grupos tienen como objetivo modificar los patrones de comunicación entre los integrantes del grupo de acuerdo con la función que cada sistema deba desempeñar. Así pues, el apoyo al proceso de toma de decisiones mediante sistemas de cómputo, correspondiente a cada proceso de decisión en grupo se puede dar en los siguientes niveles.

Nivel 1 : Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones en grupo cuentan con mecanismos para facilitar el intercambio de información entre los integrantes del grupo.

Nivel 2 : Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones en grupo proporcionan herramientas para reducir la incertidumbre y confusión presentes en el proceso de decisión.

Nivel 3 : Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones en grupo establecen el uso de patrones de comunicación colectiva inducidos por la máquina, los cuales pueden incluir sugerencias de expertos en cuanto a la selección y ordenamiento de reglas a seguir durante el proceso.

La siguiente tabla, presenta algunos ejemplos de como los sistemas de apoyo a la decisión en grupo auxilian el proceso de decisión para cada uno de los niveles antes mencionados de acuerdo con el tipo y propósito de la tarea que deben apoyar.

Tarea	Tipo de tarea	Apoyo	Formas de apoyo posible.
<b>Generar</b>	Planeación	nivel 1	Pantallas grandes, capacidad de graficación.
		nivel 2	Herramientas de planeación : PERT, Gantt.
	Creatividad	nivel 1	Generación anónima de ideas, capacidad para no repetir.
		nivel 2	Lluvia de ideas, TGN, Delphi.
<b>Elegir</b>	Intelectual	nivel 1	Acceso y despliegue de datos.
		nivel 2	Modelos de inferencia, de utilidad multicriterio.
		nivel 3	Discusión normada con énfasis en la explicación lógica.
	Preferencial	nivel 1	Esquemas de votación, ponderación y ordenamiento.
		nivel 2	Delphi automatizado, modelos de elección social.
		nivel 3	Discusión normada con énfasis en tiempos equitativos.
<b>Negociar</b>	Conflicto	nivel 1	Despliegue y síntesis de las opiniones de los integrantes.
		nivel 2	Análisis de juicio social.
		nivel 3	Mediación y reglas de Robert automatizadas.
	Mixta	nivel 1	Capacidad de votación y síntesis.
		nivel 2	Análisis de poder.
		nivel 3	Mediación y procesos parlamentarios automatizados.

Ahora bien, falta saber cuál es el origen de los sistemas de apoyo a la decisión.

## **¿ De dónde surgen los sistemas de apoyo a la decisión ?**

### **La estrategia de desarrollo del análisis de decisiones.**

Los sistemas de apoyo a la decisión, en particular para grupos, son el resultado del interés en el problema de toma de decisiones en grupo de múltiples disciplinas, entre las que se encuentran : La Administración, la Teoría Organizacional, la Informática y la Teoría de Decisiones. (Nunamaker, Vogel y Konsynski, [17])

Por ejemplo, la *Administración* se ha interesado en los sistemas de apoyo a la decisión, particularmente para grupos, ya que en esta área del conocimiento se utilizan modelos cuantitativos para la toma de decisiones multicriterio como son : el análisis de valor multicriterio, las técnicas de optimización, los modelos de juegos, matrices de pago y curvas de utilidad, que requieren de la interacción de múltiples decisores para poder obtener una solución. Los avances en la tecnología de la información han hecho posible el desarrollo de sistemas que facilitan el uso de dichos modelos, dando como resultado sistemas de apoyo a la decisión.

Por su parte, la *Teoría Organizacional* se interesa en los sistemas de apoyo a la decisión para grupos ya que estudia el desarrollo y el comportamiento de las organizaciones humanas. En particular, el comportamiento organizacional estudia el trabajo en grupo desde la etapa de formación del grupo hasta el desempeño de tareas del mismo.

Asimismo, el *Desarrollo Organizacional* estudia los problemas de grupos y desarrolla técnicas que reduzcan las posibilidades de ocurrencia de dichos problemas y mejoren el desempeño de las actividades de los grupos. En este sentido se cuenta con técnicas como : la lluvia de ideas, el diagrama de pescado, la técnica de grupo nominal, la técnica Delphi y la TKJ. Así pues, la teoría organizacional se ha acercado a los sistemas de apoyo a la decisión de manera similar a la Administración, mediante la automatización de métodos y modelos para el análisis de problemas de su área de interés.

La *Informática* tiene como antecedentes de los sistemas de apoyo a la decisión a los sistemas de administración de información, conocidos como MIS por sus iniciales en inglés. Además, el desarrollo de los últimos años en telecomunicaciones, procesamiento de datos y redes, ha hecho posible la existencia de sistemas distribuidos ya sea geográfica o temporalmente, que han culminado en la creación de medios de comunicación como la teleconferencia y el Internet.

Por último, en la *Teoría de Decisiones*, el análisis de decisiones proporciona una serie de estrategias entre las que se incluye el uso de sistemas de cómputo para auxiliar al decisor. Estas estrategias, son las siguientes. (Watson y Buede [8])

1. Modelado. Crear un modelo que relacione alternativas con valores.
2. Introspección. Interrogar al decisor profundamente para que establezca el problema.
3. Ponderación. Usar un modelo cuantitativo para establecer prioridades y preferencias.
4. Conferencia. Comunicación entre un experto y el decisor.

5. Desarrollo. Crear un sistema de apoyo a la decisión para auxiliar al decisor.

Para este trabajo nos interesa la estrategia de desarrollo, ya que comprende el diseño, el desarrollo y la implantación de un sistema de cómputo cuyo usuario final será el decisor. Para determinar la viabilidad de la estrategia de desarrollo tanto para uno como para múltiples decisores es necesario considerar los siguientes puntos :

- i. Que el usuario este familiarizado con el uso de computadoras.
- ii. Que el proceso de decisión que vaya a ser auxiliado mediante el sistema sea repetitivo.

La importancia del primer punto radica en que si el decisor no está familiarizado con el uso de computadoras, no utilizará el sistema de apoyo a la decisión. Afortunadamente, el uso de las computadoras se está generalizando rápidamente con lo cual este factor tendrá menor importancia en el futuro.

De manera similar, el segundo punto relacionado con el tipo de proceso de decisión tiene gran importancia ya que si el proceso que se pretende apoyar ocurre sólo ocasionalmente, tal vez no se justifique el costo de desarrollar el sistema de apoyo a la decisión. Así pues hay que tener presente que los sistemas de apoyo a la decisión no son la mejor estrategia para todo problema de decisión ni para todo tipo de decisor.

Por tal motivo, el primer paso en la estrategia de desarrollo consiste en justificar el uso del sistema de apoyo a la decisión. Para eso se puede utilizar un modelo de contingencia, por ejemplo, el propuesto por Bui, que sirve para determinar en que situaciones resulta pertinente utilizar sistemas de apoyo a la decisión para grupos.

### **El modelo de contingencia.**

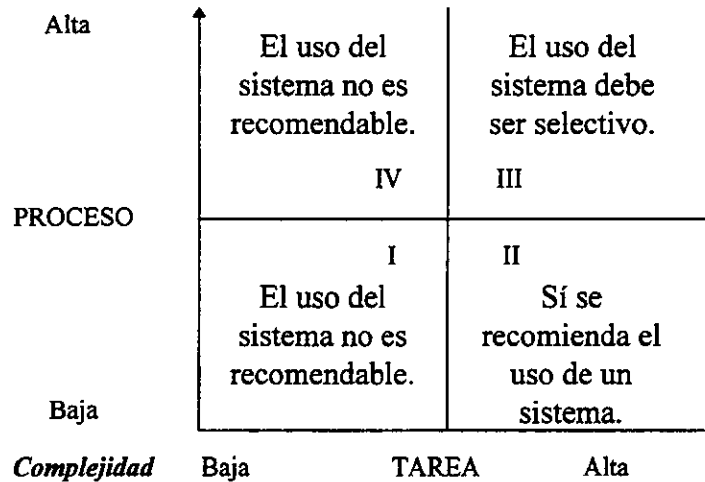
Este se basa en los niveles de complejidad de la tarea y del proceso asociados al problema que se pretende resolver. Cabe recordar que la tarea responde a ¿qué se hace? mientras que el proceso responde a ¿cómo se hace?

Los problemas clasificados como de tarea son problemas estructurados, con información completa, variables cuantitativas y modelos que para su solución requieren de un enfoque analítico. Ejemplos de estos problemas se presentan en la programación matemática y el análisis de portafolios de inversión. En general, su complejidad aumenta en función de la información requerida para la solución del modelo.

Por otro lado, los problemas denominados de proceso no presentan una estructura clara, su información está incompleta, son más cualitativos que cuantitativos, no son fácilmente modelables, tienen un alto impacto en las personas que los resuelven y su solución requiere de creatividad. Ejemplos de estos problemas son la creación de escenarios, pronósticos de largo plazo y la reorganización de empresas.

En general, los problemas de decisión en grupo no son sólo de tarea o de proceso sino mas bien una mezcla de ambos. Por lo tanto, es necesario saber en que casos resulta pertinente utilizar los sistemas de apoyo a la decisión para grupo.

Para esto sirve el modelo de contingencia de Bui que se muestra en la siguiente figura.



**Figura 18**

El modelo consiste en una matriz de dos factores (tarea y proceso), con dos niveles para cada factor por lo que presenta cuatro cuadrantes de acuerdo con los niveles de complejidad de cada factor.

En el primer cuadrante ( I ) se tiene un nivel de complejidad bajo tanto para la tarea como para el proceso y no se recomienda el uso de sistemas de apoyo a la decisión para grupo ya que los niveles de complejidad no justifican que varias personas realicen una tarea que puede ser encargada a una sola.

En el segundo cuadrante ( II ), donde la complejidad en la tarea es alta y en el proceso es baja, se recomienda el uso de un sistema de apoyo a la decisión para grupo, ya que se tiene un proceso estructurado probablemente con gran cantidad de información y poco impacto en las personas involucradas. Ejemplos de este tipo de problemas son la planeación operativa o la presupuestación de un área en una organización.

Para el tercer cuadrante ( III ), donde la complejidad en la tarea y en el proceso es alta, se recomienda el uso de sistemas de apoyo a la decisión de manera selectiva y discreta, ya que para resolver problemas con estas características se requiere de manera simultánea tanto de pensamiento analítico como creativo. Esto sucede, por ejemplo, al lanzar un nuevo producto al mercado, donde hay que analizar costos y beneficios así como generar innovaciones. Para este tipo de problemas se recomienda el uso de otros métodos de solución de problemas junto con el sistema de apoyo a la decisión.

Por último, para problemas ubicados en el cuarto cuadrante ( IV ), con una complejidad baja en la tarea y alta en el proceso, como suelen ser los problemas políticos o sociales, no se recomienda el uso de sistemas de apoyo a la decisión puesto que se requiere de gran interacción entre los miembros del grupo.

Además las capacidades de modelado y los canales de comunicación que brinda un sistema de apoyo a la decisión pueden no ser los adecuados para atacar este tipo de problemas. Factores tales como el estatus o la jerarquía dentro de una organización influyen en los problemas con alta complejidad en el proceso, donde suelen presentarse ambientes no cooperativos con coaliciones o agendas secretas que difícilmente se pueden modelar o ser controladas en un sistema de apoyo a la decisión.

Ya que se describieron las funciones y el origen de los sistemas de apoyo a la decisión, falta por conocer como son estos sistemas, por lo que surge la siguiente pregunta.

## ***¿Qué estructura presentan los sistemas de apoyo a la decisión ?***

En general, tienen una estructura básica formada por tres subsistemas denominados componentes. Estos son : de diálogo, de modelos y de datos, donde cada uno de ellos tiene funciones específicas dentro del sistema que la caracterizan.

### **El componente de diálogo.**

Está integrado por tres unidades que son : la interfaz con el usuario, el conmutador de módulos y el dispositivo de entrada y salida de información.

La interfaz con el usuario, cumple la función de enlace entre el usuario y el sistema, generalmente se trata de un monitor de PC y el sistema se conduce con base en menús. El conmutador de módulos coordina el acceso del usuario a los componentes de modelos y de datos del sistema. En cuanto a los dispositivos de entrada y salida de información, estos pueden ser muy variados : un teclado, una impresora, un ratón o bien mediante un micrófono o sintetizadores de voz.

### **El componente de modelos.**

Por su parte el componente de modelos, está formado por cuatro unidades que son : interfaz de diálogo, interfaz de base de datos, ejecución de modelos y administrador de base de modelos.

La interfaz de diálogo es el módulo que sirve de puente entre el componente de diálogo y el componente de modelos a través del conmutador de módulos. La interfaz de base de datos es la encargada de acceder al componente de datos desde el componente de modelos cuando el usuario requiere datos ahí almacenados.

El módulo de ejecución de modelos ordena en forma lógica la secuencia de computaciones pedidas por el usuario, por ejemplo, qué modelo se debe correr primero. Por último, el administrador de la base de modelos tiene una doble función, se encarga de asegurar la independencia lógica entre modelos y datos así como entre las interfaces de los usuarios y los modelos; mientras que por otro lado debe permitir la manipulación de los modelos, es decir, consultarlos, eliminarlos, agregar otros, actualizarlos o generar nuevos.

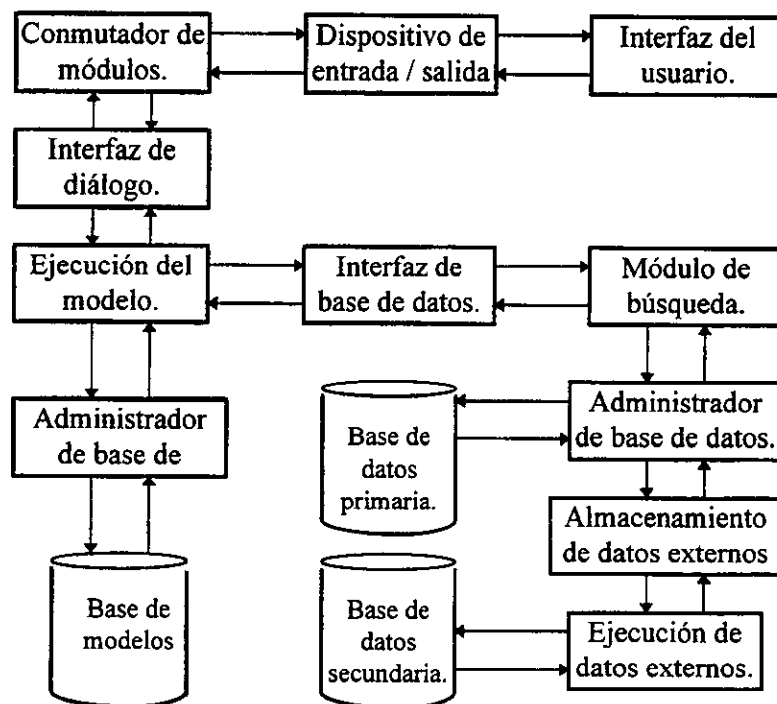
En los últimos años se ha sugerido la inclusión de un módulo de conocimiento en el diseño del componente de modelos, para integrar las ventajas de la inteligencia artificial y los sistemas expertos a los sistemas de apoyo a la decisión [18].

### El componente de datos.

Es el componente encargado de auxiliar al usuario en el uso de los datos pertinentes al proceso de decisión. Esta integrado por un módulo de búsqueda, un administrador de base de datos con su propia base de datos y eventualmente un sistema de almacenamiento externo.

El módulo de búsqueda tiene como función facilitar al usuario la localización de los datos que necesite en un momento determinado del proceso de decisión. El administrador de base de datos debe permitir la adición, creación y borrado de datos. Por último, el sistema de almacenamiento externo sirve para obtener datos de fuentes externas, con el propósito de generar nuevas alternativas y criterios para enriquecer el proceso de apoyo a la decisión.

La siguiente figura, muestra la estructura de un sistema de apoyo a la decisión con cada uno de los componentes arriba mencionados.



**Figura 19**

Después de conocer qué son, cómo son y para qué sirven los sistemas de apoyo a la decisión surge de manera natural la siguiente pregunta :

# ¿ Qué efectos provocan los sistemas de apoyo a la decisión ?

## Un modelo para el análisis de los efectos de los sistemas de apoyo a la decisión para grupos.

El análisis de los efectos derivados del uso de sistemas de apoyo a la decisión ocupa gran cantidad de artículos en revistas especializadas en el tema. Estudiar los efectos es un problema complejo ya que intervienen factores sociales, culturales y tecnológicos. En 1990, Pinsonneault y Kraemer [19], propusieron un modelo para analizar los efectos del uso de sistemas de apoyo a la decisión para grupos. Este modelo aparece en la siguiente figura.

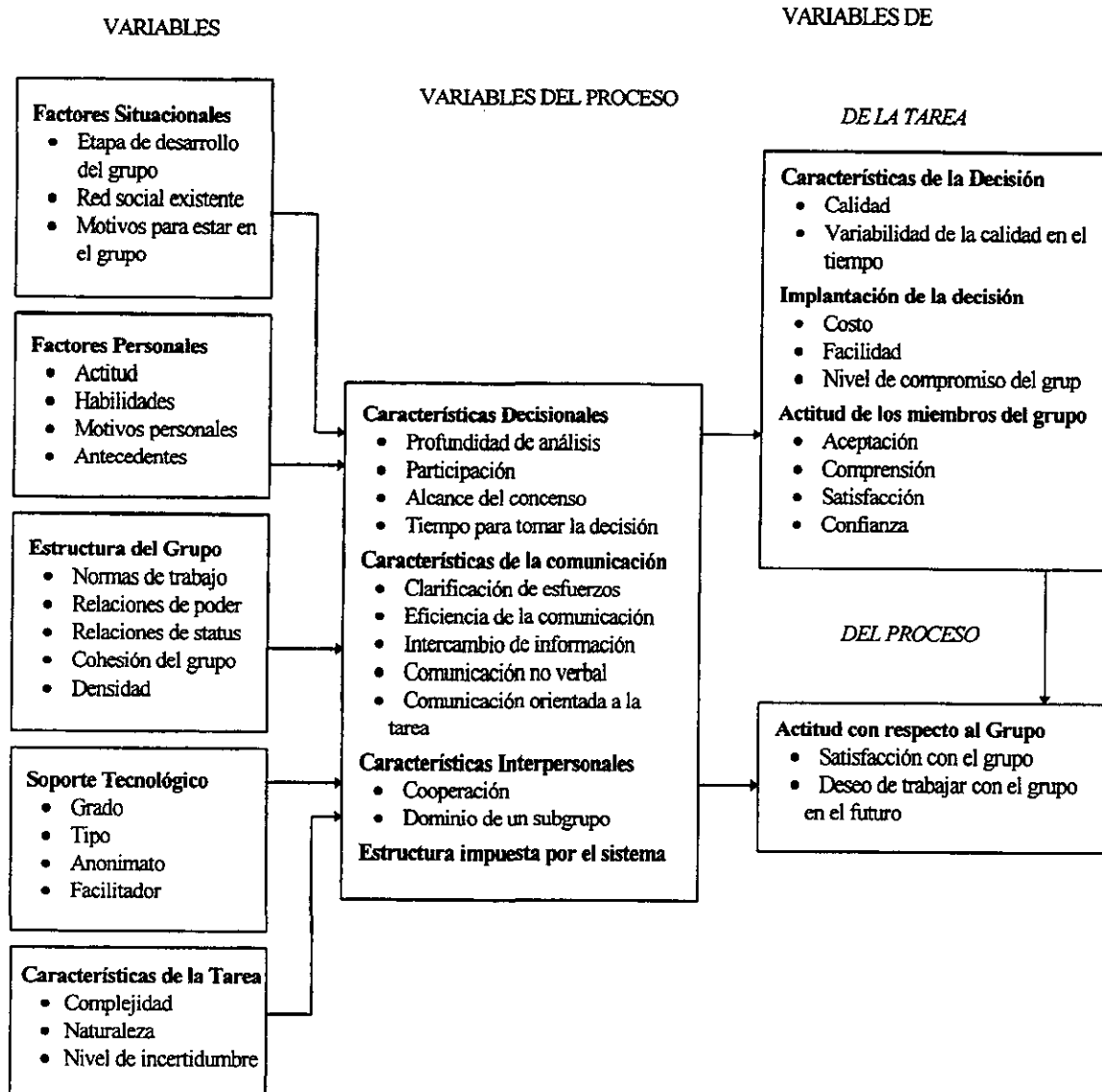


Figura 20



Esta estructura se compone de tres bloques de variables: las contextuales, las del proceso y las de resultados, que sirven para explicar los resultados obtenidos en el análisis de los efectos de los sistemas de apoyo a la decisión.

Las variables contextuales sirven para estudiar el entorno y se agrupan en factores situacionales, personales, de estructura del grupo, de soporte tecnológico y característicos de la tarea.

Las variables del proceso sirven para estudiar cómo se realiza el proceso de decisión apoyado por un sistema computarizado e incluyen las características decisionales, de comunicación, interpersonales así como la estructura impuesta por el sistema.

Por su parte, las variables de resultados se dividen en resultados de la tarea y del proceso, que analizan las características de la decisión, la implantación de la decisión y la actitud de los miembros del grupo con respecto a la decisión y al grupo.

### **Efectos del uso de sistemas de apoyo a la decisión para grupos.**

De acuerdo con lo anterior los efectos de los sistemas de apoyo a la decisión para grupos se dan en dos niveles; el primero corresponde a la tarea realizada, es decir, a la decisión en sí, mientras que el segundo nivel de impacto está asociado con el proceso desarrollado por el grupo. Esto significa que los efectos de utilizar un sistema de apoyo a la decisión para grupos se observan tanto en lo que se hace (*tarea*) como en la forma en que se hace (*proceso*).

La siguiente tabla muestra los efectos reportados por Pinsonneault y Kraemer [18] y Nunamaker, Vogel y Konsynski [17] del uso de sistemas de apoyo a la decisión para grupos a nivel de tarea y de proceso.

#### **Efectos en el proceso.**

Menos sesiones.

Menor tiempo total.

Mayor profundidad de análisis.

Mayor participación de los decisores.

Mayor enfoque a las tareas.

Mayor claridad en el esfuerzo.

Menor sesgo por influencia.

Mayor consenso.

#### **Efectos en la decisión.**

Mayor calidad que sin un sistema de apoyo a la decisión.

Mayor confianza en la decisión elegida.

Mayor satisfacción con la decisión elegida

Mayor satisfacción con el desempeño del equipo.

Una hipótesis acerca del sesgo por influencia en un proceso de decisión en grupo, es que se puede disminuir a través del anonimato, el cual se comenta en la siguiente sección.

## **El anonimato y el proceso de decisión en grupo.**

En ocasiones, algunos procesos de toma de decisiones en grupo se realizan sin revelar el nombre de los decisores. Por ejemplo, Hiltz, Turoff y Johnson [20], mencionan las siguientes situaciones en las que suele presentarse el anonimato.

- i. Al sancionar a un miembro del grupo que en una asamblea se alejó del tema o que escribió comentarios muy largos.
- ii. Al expresar ideas en bruto (poco trabajadas) con las cuales el autor no desea comprometer su nombre.
- iii. Al realizar una autoevaluación crítica de los miembros de una organización sin hacerlos sentir apenados o amenazados.
- iv. Al evitar la identificación del trabajo realizado en la propia organización mediante comentarios que dejen ver posibles desarrollos a futuro o críticas a la tecnología actual.

Además, los autores afirman que el anonimato en el proceso de toma de decisiones en grupo se justifica por las siguientes razones :

- i. Evita la influencia por jerarquía en los decisores durante la evaluación de ideas.
- ii. Permite a los individuos con alto nivel en la jerarquía lanzar ideas o alternativas al aire, las cuales pueden ser inciertas o con poca información, evitando sentimientos de pena o compromiso.
- iii. Disminuye la posibilidad de que las discrepancias entre los decisores lleven a conflictos interpersonales.

Por otro lado, Er y Ng [21] reportan las siguientes ventajas del anonimato en los sistemas de apoyo a la decisión.

Una ventaja del anonimato es que permite la participación equitativa de los integrantes del grupo, ya que en las reuniones cara a cara los integrantes más jóvenes o tímidos suelen contar con menos tiempo para ser escuchados. Además, se evita la presión que ocasiona hablar en público ya sea por pena, miedo a la crítica o a un posible castigo por hacer una mala propuesta.

Con el anonimato se evita el dominio de los integrantes con mayor experiencia o jerarquía, los cuales, tienden a sesgar las reuniones en favor de sus propuestas. Además, una reunión anónima favorece la expresión de ideas novedosas y/o críticas lo cual genera un ambiente propicio para el libre intercambio de ideas.

Otra ventaja del anonimato es que logra que las críticas sean a las ideas y no a las personas; debido a esto, la decisión final estará basada en los méritos de la idea y no en el compromiso que se tenga con la persona que la propuso. En este sentido un sistema de apoyo a la decisión puede realizar votaciones rápidas y sondear la opinión del grupo a lo largo del proceso de decisión para lograr la convergencia de ideas.

Sin embargo, también existen efectos negativos del anonimato; como la desinhibición y la pérdida de individualidad de los integrantes del grupo.

**Desinhibición** : Surge cuando se relajan las presiones sociales y las personas incurren en conductas que usualmente reprimen, por ejemplo, actitudes desafiantes o agresivas.

Según Hiltz, Turoff y Johnson [19] y Er y Ng [20] la desinhibición, conduce a conductas socialmente rechazadas como : el uso de lenguaje ofensivo, comentarios agresivos, histeria colectiva y ataques al grupo o a individuos. Estas conductas crean un ambiente hostil que dificulta la discusión de ideas y puede afectar la decisión final.

**Pérdida de individualidad** : Se presenta cuando los integrantes del grupo tienen poca autoconciencia y autocritica y se dejan llevar por el ambiente dominante del grupo (Groupthink).

Al presentarse la pérdida de individualidad, el decisor no tiene una actitud crítica y comprometida con el grupo, por lo que cae en situaciones de irresponsabilidad o apatía con respecto al proceso de decisión. Esto se debe a que en un ambiente computarizado y anónimo se pierde el sentido social y emotivo del proceso de decisión.

Por último, Er y Ng mencionan que el anonimato puede conducir a pérdidas de tiempo por trabajar ideas de gentes con poca experiencia en la organización quienes desconocen que esas ideas ya han sido analizadas y rechazadas anteriormente.

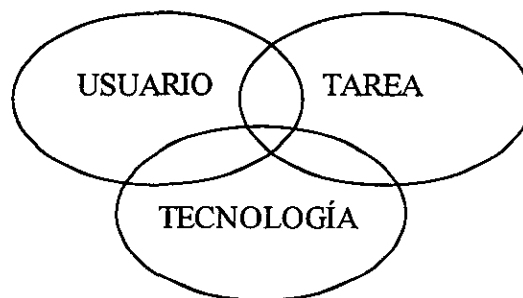
Así pues, se puede decir que el manejo del anonimato en sistemas de apoyo a la decisión debe ser contingente, ya que tiene puntos tanto a favor como en contra. Pero pasemos a la siguiente pregunta.

## **¿Cómo se clasifican los Sistemas de apoyo a la decisión?**

### **Un esquema de clasificación.**

La siguiente figura muestra un esquema propuesto por Nunamaker, Vogel y Konsynski que permite la clasificación de los sistemas de apoyo a la decisión de acuerdo con ciertos factores de diseño denominados críticos.

**Factores críticos de un SAD.**



**Figura 21**

Las variables que integran los factores críticos son :

<u>Usuario :</u>	<u>Tarea :</u>	<u>Tecnología :</u>
Tamaño	Generación	Pasiva
Composición	Elección	Activa
Antecedentes	Negociación	
Proximidad	Ejecución	
Cultura	Estructura organizacional	
Estilo de comunicación	Con o sin solución factible	

Las variables dentro de cada factor permiten la clasificación de los sistemas de apoyo a la decisión, por ejemplo, la variable *tamaño* dentro del factor **usuario** divide el universo de los sistemas de apoyo a la decisión en dos categorías : individuales y de grupo. Cabe señalar que la variable *tamaño*, merece atención especial al momento de diseñar del sistema ya que los papeles y las funciones para individuos y para grupos son distintos.

Aunado a la variable *tamaño* se tiene el concepto de *tamaño lógico*, el cual está asociado al nivel de conocimiento que cada individuo tiene acerca de la tarea por realizar antes de utilizar el sistema de apoyo a la decisión. Esto significa que un grupo de decisores con experiencia en la tarea tiene un *tamaño lógico* menor que un grupo con igual número de integrantes pero sin experiencia.

La variable *composición* se refiere a las características de los usuarios del sistema de apoyo a la decisión; por ejemplo, si los integrantes pertenecen a una misma organización o no, si tienen el mismo nivel jerárquico, si son de edades similares, o del mismo sexo, ya que ciertas diferencias pueden originar conflictos y sesgar los resultados del proceso de decisión.

Por su parte, los *antecedentes* se refieren a la experiencia del usuario en cuestiones tales como el uso de equipo de cómputo, el trabajo en equipo, el manejo de técnicas para la solución de problemas, etc. En este punto se pueden detectar las diferencias de tamaño lógico entre grupos de usuarios.

La *proximidad* entre los usuarios es una variable importante para el diseño del sistema, más aún cuando se trata de un sistema instalado en una sala de decisión donde hay contacto visual entre los integrantes del grupo, ya que existe la posibilidad de que se generen conflictos o coaliciones por la proximidad entre los usuarios.

Para el diseño de un sistema de apoyo a la decisión para grupos, se debe tomar en cuenta la *cultura* de los usuarios y ciertos aspectos como : la lengua materna, el estilo de comunicación, así como su valores, creencias y expectativas; aún aquellas relativas a los sistemas de apoyo a la decisión.

Del factor **tarea** se debe considerar el tipo de tarea que el sistema debe apoyar dentro del proceso de toma de decisiones, ya sea la *estructuración* de la problemática, la *generación* de alternativas, la *evaluación* de las alternativas, la *elección* de una alternativa factible, la *negociación* de las alternativas o bien la *ejecución* de alguna de las alternativas consideradas.

Por último, el factor **tecnología** se puede separar en las variables *alta* y *baja* dependiendo del nivel de la tecnología en que se basa el sistema para apoyar la tarea del grupo. Dicho apoyo se da en varios niveles : facilitando la comunicación entre los integrantes del grupo (correo electrónico), proporcionando un proceso estructurado de solución de problemas (Delphi automatizado), facilitando la integración del conocimiento del grupo (bases de conocimiento compartidas), o bien conduciendo el proceso mediante reglas inducidas por el sistema (Inteligencia artificial, sistemas expertos).

## ***Desarrollo actual de los sistemas de apoyo a la decisión para grupos.***

### **WINGDSS.**

En 1995, Csáki, Rapcsák, Turchányi y Vermes [22] desarrollaron en Hungría un sistema de apoyo a la decisión para grupos denominado WINGSS (*Windows based Group Decision Support System*) que tiene como principal característica que funciona en el ambiente Windows de Microsoft. Esto hace al sistema potencialmente fácil de usar ya que Windows es de los ambientes de cómputo para PC más utilizados en el mundo.

WINGDSS es un sistema basado en un modelo de utilidad que resuelve problemas para uno o mas decisores que desean ordenar un conjunto de alternativas con respecto a un conjunto de criterios. Según sus creadores, el sistema proporciona una evaluación para cada alternativa, asegurando la existencia de un ordenamiento de acuerdo con los valores asignados.

El WINGDSS ordena la información del problema mediante una estructura de árbol, donde la raíz representa el problema completo, que se descompone en subproblemas o criterios menos complejos hasta llegar a criterios indivisibles que serán las hojas del árbol. La importancia de cada criterio se expresa mediante pesos asignados por los decisores a las ramas y las hojas.

Para resolver un problema, el sistema pasa por tres etapas : preparación de la tarea, decisión individual y ordenamiento grupal, cada una con su respectivo menú de opciones. En la primer etapa, se genera el árbol de criterios, para esto, el WINGDSS contiene un módulo denominado AROMA (*AggRegated Object Management system*) que facilita esta tarea. Los datos de las alternativas pueden introducirse directamente o se toman de alguna base de datos relacional.

En la segunda etapa, cada decisor evalúa las alternativas comenzando por los criterios más simples (las hojas) hasta considerar el problema completo (raíz) utilizando un editor de funciones con que cuenta el WINGDSS.

Para la tercera etapa, se realiza una evaluación colectiva a partir de las evaluaciones individuales ponderando la evaluación de cada decisor en los diferentes criterios, mediante pesos que representan su poder en el grupo.

Cabe señalar que el WINGDSS es un sistema que requiere de la participación de un facilitador durante el proceso de decisión. Una descripción detallada del WINGDSS se encuentra en Csáki, et al.

## **GMD**

El GMD, es el Centro Nacional Alemán para la Innovación Tecnológica, es una institución alemana que realiza investigación en informática, comunicación y medios. Su ámbito de investigación incluye el apoyo a la cooperación entre organizaciones y el uso del Internet (World Wide Web) como un entorno de trabajo cooperativo. En la actualidad, el GMD cuenta con los siguientes proyectos : BSCW, CoopWWW, POLITeam y ViWi.

El BSCW<sup>1</sup> (*Basic Support for Cooperative Work*) [23] es una aplicación para grupos en el WWW, que brinda apoyo a la comunicación y al trabajo compartido, permite la manipulación de documentos y el envío de mensajes entre los integrantes del grupo con el propósito de conducir grupos de trabajo.

Este software se puede utilizar en forma gratuita, mediante un navegador de Web desde la página del GMD en el Web. También existe la posibilidad de bajar el software sin costo alguno para instalarlo en un servidor y así poder utilizar el BSCW sin tener que visitar la página Web del GMD.

El CoopWWW es una extensión del sistema BSCW que cuenta con herramientas adicionales, como el uso de videoconferencias para dar apoyo al trabajo cooperativo de grupos en el WWW.

El ViWi (*Virtuelle Wissensfabrik*) es una extensión del BSCW donde un grupo de universidades alemanas trabaja en varios proyectos de manera conjunta.

Por último, POLITeam es un sistema que da apoyo al trabajo cooperativo de ministerios alemanes distribuidos entre Bonn y Berlín.

---

<sup>1</sup> La versión 2 del BSCW ganó el primer lugar en el concurso por el premio europeo a la innovación en software ESIP (*European Software Innovation Prize*) de 1996.

## V Un sistema de apoyo a la estructuración de problemas en grupo basado en el método TKJ.

En este capítulo se proponen especificaciones de diseño para un sistema de apoyo a la decisión para grupos, para las etapas de definición y estructuración del problema dentro del proceso de toma de decisiones.

Se considera *la definición del problema* como la conceptualización cognoscitiva de una problemática, en la que el dueño del problema determina las propiedades relevantes de dicha situación. Mientras que *la estructuración del problema* consiste en el análisis de las propiedades relevantes con el propósito de generar estrategias de solución para el problema y la identificación de atributos y criterios para medir la importancia de estas estrategias de solución.

Para esto, se integran los elementos CATVED de Checkland y el esquema usuario tarea y tecnología de Nunamaker, Vogel y Konsynski a las etapas de preplaneación y evaluación de la metodología de diseño de sistemas de Van Gigch con el propósito de hacerla específica para el diseño de sistemas de apoyo a la decisión.

El primer paso en el diseño del sistema, consistió en definir el tipo de sistema deseado, para eso se utilizó el concepto de definición raíz de Checkland. A continuación se presentan los elementos de la definición raíz a partir de la cual dio inicio el diseño del sistema.

- i. Consumidor o usuario del sistema : un grupo de decisores en una situación problemática común.
- ii. Actores de la transformación que realiza el sistema : grupo decisor + facilitador + sistema.
- iii. Transformación que realiza el sistema : situación problemática + Sistema = Problema estructurado.
- iv. Visión : El uso de sistemas de apoyo a la decisión facilita el manejo de información durante el proceso de toma de decisiones.
- v. Entorno del sistema : los integrantes del grupo deben estar familiarizados a nivel usuario con el manejo de paquetería de cómputo.
- vi. Dueño del sistema : el grupo decisor.

A partir de estos elementos, se propone la siguiente definición :

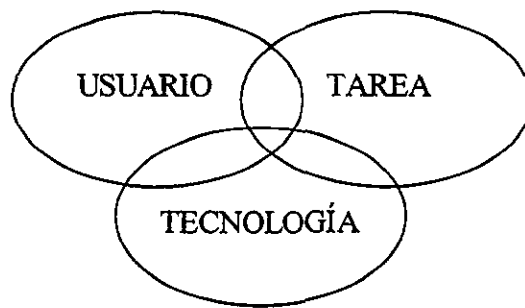
*El Sistema de Apoyo a la Estructuración de Problemas SAEP*, es un sistema de apoyo al proceso de decisión en grupo para la fase de definición y estructuración de problemas, basado en un procedimiento estructurado e integrado por el grupo decisor, un facilitador y el sistema computarizado. Su objetivo es conducir al grupo decisor de situaciones confusas y complejas (problemas no estructurados), a situaciones de menor confusión (problemas estructurados).

La *función* del sistema será brindar apoyo para el intercambio de información entre los integrantes del grupo a través de un procedimiento estructurado. Y *su papel* consistirá en coordinar las actividades del proceso de estructuración del problema.

Una vez definido el sistema y establecida su función, se identifican los factores determinantes para el diseño del sistema.

### **Factores determinantes para el diseño del sistema.**

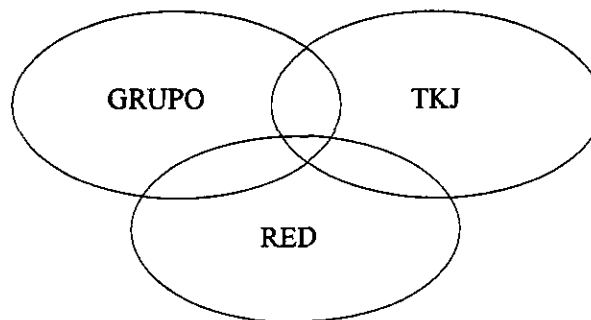
Para identificar los factores críticos para el diseño del SAEP, se utilizó el esquema propuesto por Nunamaker , Vogel y Konsynski, presentado en el capítulo 3 y que se muestra en la siguiente figura.



**Figura 22**

Siguiendo la definición del sistema y de acuerdo con este esquema, los factores críticos para el diseño son :

- i. Para el factor **usuario**, el enfoque a grupos de decisores.
- ii. Para el factor **tarea**, el enfoque a la estructuración del problema, a través del método TKJ.
- iii. Para el factor **tecnología**, el enfoque de red (Internet).



**Figura 23**

A continuación se analizan estos factores así como sus efectos en el diseño.



## **El Usuario y el grupo.**

Dado que el SAEP está destinado a grupos y no a individuos, se determinan las siguientes propiedades para las variables : antecedentes, tamaño, composición, proximidad y estilo de comunicación que integran el factor usuario.

Antecedentes : Una condición para el uso del sistema es que los integrantes del grupo decisor tengan conocimientos básicos de manejo de paquetería de cómputo, en particular, aquella relacionada con Windows ( Word, Excel, etc.), e Internet (e-mail, WorldWideWeb, Ftp, IRC, Gopher). Esta condición limita el tipo de usuario del sistema pero a medida que pase el tiempo y se generalice el uso de las computadoras irá perdiendo importancia.

Tamaño : El tamaño del grupo será variable, pero para utilizar la técnica TKJ de estructuración de problemas, se sugiere que el tamaño del grupo este entre 5 y 12 personas.

Composición : El sistema contempla la posibilidad de utilizar seudónimos para reducir las posibilidades de conflicto y sesgo por influencias en grupos donde no se tenga un ambiente participativo.

Proximidad : En cuanto a la densidad y dispersión espacial del grupo, como el sistema será utilizado a través de una red de computadoras, esto permitirá la distribución física y posiblemente temporal de los usuarios.

Sin embargo, cabe la posibilidad de que los integrantes se encuentren en el laboratorio de cómputo o sala de sistemas de su organización y esto de lugar a intercambios de información informal “en los pasillos”, lo que podría ocasionar problemas, por ejemplo, la formación de coaliciones.

Cultura : Con respecto a las diferencias culturales, el sistema pretende igualar el nivel cultural del grupo de usuarios mediante la posibilidad de elegir la lengua en que se desea trabajar con el sistema.

## **La Tarea y el TKJ.**

La selección de la técnica TKJ está justificada por dos razones; la primera que se cuenta en México con expertos en la técnica como Felipe Lara R. y Gabriel Sánchez G. quienes pueden transformar su experiencia en recomendaciones para la etapa de desarrollo e implantación del sistema; mientras que la segunda corresponde a la simplicidad del procedimiento TKJ, que no requiere que el decisor conozca la técnica de antemano.

EL TKJ, es un método para la identificación y solución de problemas basado en un ambiente participativo con grupos dinámicos. Este método facilita la implantación de soluciones y se supone eficiente en grupos con menos de 10 integrantes. El método TKJ (*Team Kawakita Jiro*) fue creado por Shunpei Kobayashi para la compañía Sony y tiene como antecedente al método KJ desarrollado por Jiro Kawakita, un antropólogo japonés. La principal diferencia entre las técnicas TKJ y KJ radica en que la primera es desarrollada por un grupo auxiliado por un facilitador, mientras que para la segunda las etapas de análisis y síntesis son llevadas a cabo por una sola persona. (Lara, [24])

A continuación se presentan las etapas que integran el TKJ. ( Lara, [24] y Sánchez, [25])

## El TKJ.

1. Formación del grupo de trabajo. El grupo de trabajo debe estar formado, aunque sea mediante representantes, por aquellos individuos afectados por el problema; siempre y cuando el tamaño del grupo no sea mayor de 10 personas. Con la finalidad de que todos los integrantes participen y que el proceso no sea muy largo. El TKJ cuenta con un facilitador que explica las reglas a seguir durante el desarrollo de la técnica. Para fomentar un ambiente de trabajo tranquilo y sin interrupciones, se sugiere que el proceso se realice en algún lugar de descanso, de preferencia fuera de la ciudad.
2. Consulta individual. El grupo se sienta en una mesa, de preferencia circular para que todos se puedan comunicar directamente, donde se precisa la situación por estudiar. A cada integrante se le reparten hasta un máximo de 5 tarjetas en blanco, donde escribirá los hechos que considere relevantes con respecto a la situación estudiada. Para la anotación de los hechos se deben considerar las siguientes reglas :
  - Se anota un hecho en una tarjeta.
  - Deben ser hechos recientes, reales, relevantes, concretos y vivenciales, nunca juicios.
  - Deben contener la fecha, el lugar en que se realizó el suceso y los nombres de las personas involucradas.
  - Deben ser breves y comprensibles; no se debe generalizar.
  - No deben incluirse causas ni consecuencias.
  - Se debe escribir el nombre de quien escribe el hecho.

Es conveniente que antes de que los hechos sean escritos en las tarjetas, estos sean escritos aparte y mostrados al facilitador para que revise si cumplen los puntos anteriores.

A continuación se presentan dos ejemplos de tarjetas.

Toñita, la señora del departamento 101, el lunes pasado por la mañana, arrojó una bolsa de basura desde su ventana, hacia el jardín de atrás.

Tarjeta correctamente escrita.

Toñita, la señora del departamento 101, el lunes pasado por la mañana, arrojó irresponsablemente una bolsa de basura desde su ventana y al caer, casi le pega a un señor que iba caminando alegre con su nietecito.

Tarjeta con más de un hecho y un juicio.

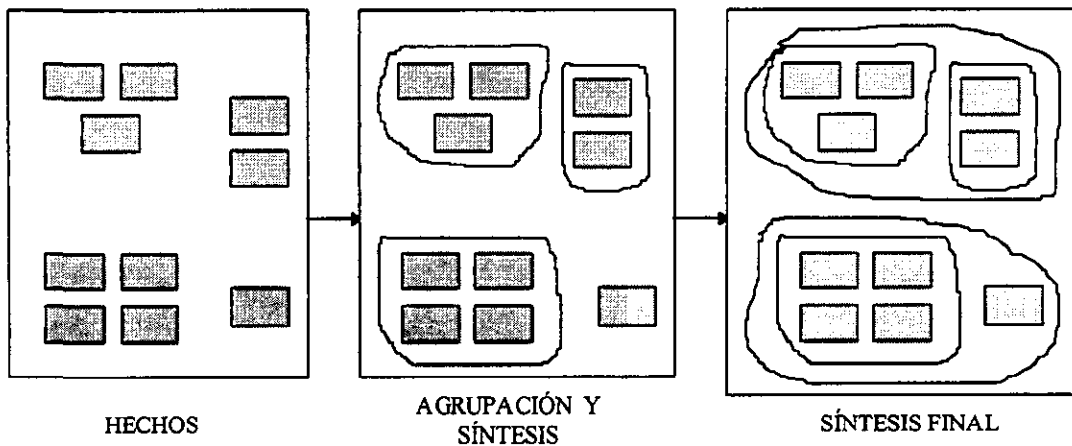
### Figura 24

1. Intercambio de ideas. Las tarjetas se recogen, se revuelven y se reparten de nuevo, cuidando que no le toquen a ningún participante sus propias tarjetas. Cada quien debe familiarizarse con el contenido de las tarjetas que recibió y en caso de existir alguna duda, el autor de la tarjeta debe aclararla.

2. Agrupamiento de ideas. Por turno, cada participante deberá leer en voz alta una de sus tarjetas y colocarla al centro de la mesa, como tarjeta de referencia. Si otro de los miembros del grupo tiene una tarjeta de contenido semejante la lee en voz alta y a continuación se determina si se agrupa o no con la de referencia. De esta forma se pueden formar grupos de tarjetas e incluso pueden quedar algunas tarjetas aisladas, también llamados lobos solitarios.
3. Síntesis de ideas. Cada grupo de tarjetas se coloca en un sobre y éstos se reparten entre los integrantes. Los participantes analizan el contenido de su sobre y realizan una síntesis de las ideas contenidas en él. La titulación de sobres deberá seguir las siguientes reglas :
  - El título deberá contener claramente los hechos agrupados.
  - No debe existir la suma de hechos sino la esencia común de los mismos.
  - Debe ser sencillo y comprensible, no debe generalizar.
  - No debe dar soluciones.
  - Debe escribirse en primera persona del plural (Nosotros).
  - Los participantes deben *sentir* los títulos.
4. Dialéctica. Por turno, cada participante expondrá las tarjetas del sobre que le tocaron así como la titulación correspondiente, dando paso a una etapa de discusión abierta hasta lograr una síntesis aceptada por el grupo. Esto se repite para todos los sobres.
5. Iteraciones. Si el grupo considera que ya no es conveniente sintetizar más los resultados el proceso puede terminar, en caso contrario se pueden repetir los pasos de intercambio, agrupamiento, síntesis y dialéctica hasta que sólo queden dos o tres agrupamientos titulados.
6. Presentación gráfica de resultados. Es conveniente representar gráficamente los resultados del proceso lo cual se puede hacer en cuadros sinópticos, diagramas de Kawakita o diagramas de árbol. Por último cada integrante analizará en forma individual el diagrama elegido y presentará su interpretación del problema al resto del grupo, a continuación se elegirá un título que identifique al problema y se discutirán sus causas.

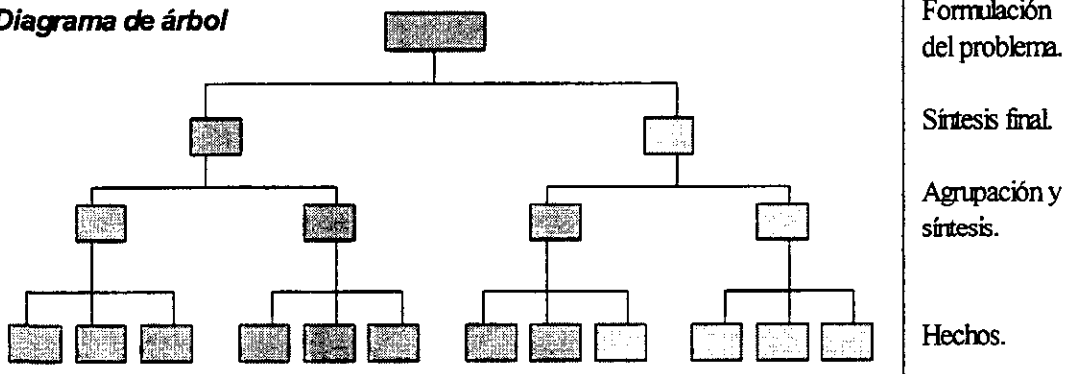
Las siguientes figuras presentan los diagramas de Kawakita y de árbol, que suelen utilizarse para presentar los resultados de un TKJ.

### Diagrama de Kawakita



**Figura 25**

### Diagrama de árbol



**Figura 26**

Par poder implantar el método TKJ en un sistema de apoyo a la decisión, se deben satisfacer las siguientes necesidades :

- i. Proporcionar un medio a través del cual los integrantes del grupo realicen sus actividades, a manera de mesa de trabajo.
- ii. Facilitar el uso de tarjetas electrónicas para la manipulación de textos.
- iii. La manipulación de gráficos para mostrar los resultados obtenidos.

La primera de estas necesidades implica que los decisores deben poder comunicarse entre si al menos en las etapas de dialéctica, agrupación y síntesis de ideas. Siendo conducidos a través de cada etapa por un facilitador.

Además, como la técnica TKJ es un proceso iterativo, puede durar varias horas, por lo que es necesario almacenar los estados del proceso a lo largo del mismo.

## La Tecnología y el ambiente de red.

El sistema será implantado en un ambiente de red (Internet); esto significa que el sistema no estará localizado en un laboratorio, sala de decisión o en un espacio físico con tal fin, como anteriormente se implantaban los sistemas de apoyo a la decisión para grupos (Gray y Olfman, [26]). En esos casos el grupo decisor se tenía que trasladar físicamente a las instalaciones, generalmente de universidades o grandes empresas, para poder utilizar el sistema de apoyo a la decisión. Así pues, con esta propuesta de diseño se evitan estas situaciones ya que la red servirá de canal de comunicación entre los integrantes del grupo.

Lo que se pretende con la implantación del sistema en red, es que el grupo decisor utilice el sistema sin salir de su centro de trabajo, aprovechando las instalaciones con que el grupo cuente. De tal manera que la interfaz con el usuario y el dispositivo de entradas y salidas de información, son parte de la infraestructura con la que el grupo decisor debe contar. Este enfoque en el diseño del *Sistema de Apoyo a la Estructuración de Problemas* es una especie de *outsourcing* o liberación de recursos, del componente de diálogo.

Por otro lado, el trabajo en grupo permite las siguientes situaciones con respecto a la ubicación física y temporal.

1. Que los integrantes del grupo trabajen en el mismo lugar al mismo tiempo.
2. Que los integrantes del grupo trabajen en el mismo lugar, pero en distintos tiempos.
3. Que los integrantes del grupo trabajen desde diferentes lugares al mismo tiempo.
4. Que los integrantes del grupo trabajen desde diferentes lugares y en distintos tiempos.

Aquí se considera sólo la situación del punto número 3, donde un grupo de personas trabajan simultáneamente en la estructuración de problemas desde sus respectivos lugares de trabajo mediante un sistema de apoyo a la decisión. Esto condiciona *la arquitectura* del sistema, es decir, la distribución física de los elementos del sistema.

Una manera de trabajar en red es a través de la arquitectura cliente - servidor, la cual aparece representada en la siguiente figura

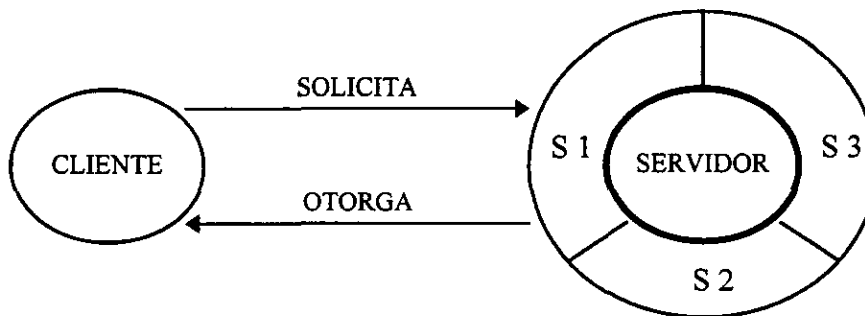
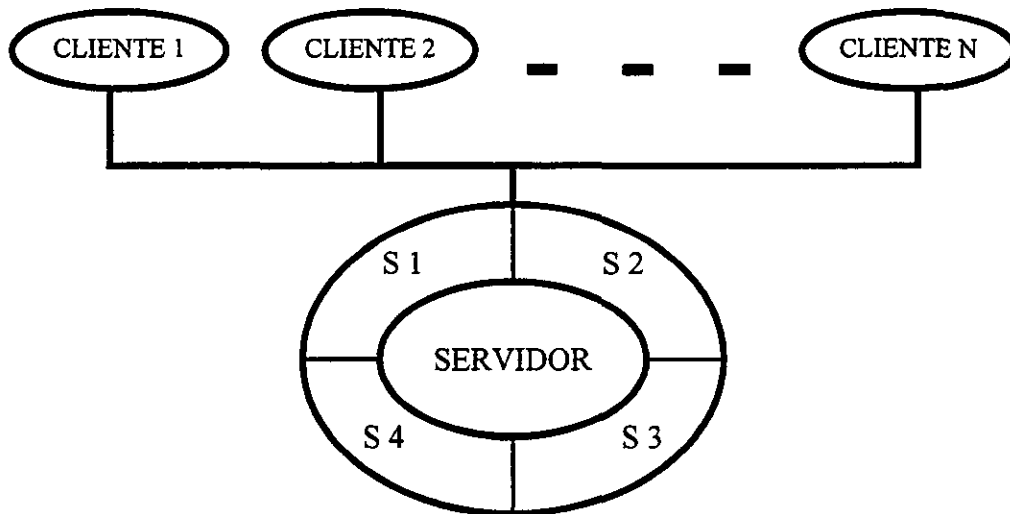


Figura 27

En este esquema se observa que el cliente solicita alguno de los servicios que presta el servidor (S1, S2 o S3) el cual atiende esta solicitud y otorga el servicio correspondiente. Esto sucede por ejemplo, en el Internet, cuando desde un navegador de Web (cliente) se solicita información en un hipertexto mediante una liga (solicitud), la cual conduce a un servidor de Web (servidor) que transmite (otorga) esa información.

Para el caso de trabajo en grupo este trabajo considera a cada integrante como un cliente y al sistema como el servidor, lo que conduce a una arquitectura como la que aparece en la siguiente figura.



**Figura 28**

Esta arquitectura refleja la influencia del factor red en el diseño del sistema ya que los componentes y servicios del sistema se encuentran en un mismo lugar (servidor), mientras que el dispositivo de entrada y salida de información para cada integrante del grupo (cliente) estará físicamente en el lugar en que se encuentre el decisor.

A continuación se muestra cómo la arquitectura cliente - servidor condiciona la estructura del sistema y determina algunas de sus características.

## La estructura del sistema.

El Sistema de Apoyo a la Estructuración de Problemas partió de la siguiente estructura general de los sistemas de apoyo a la decisión para grupos.

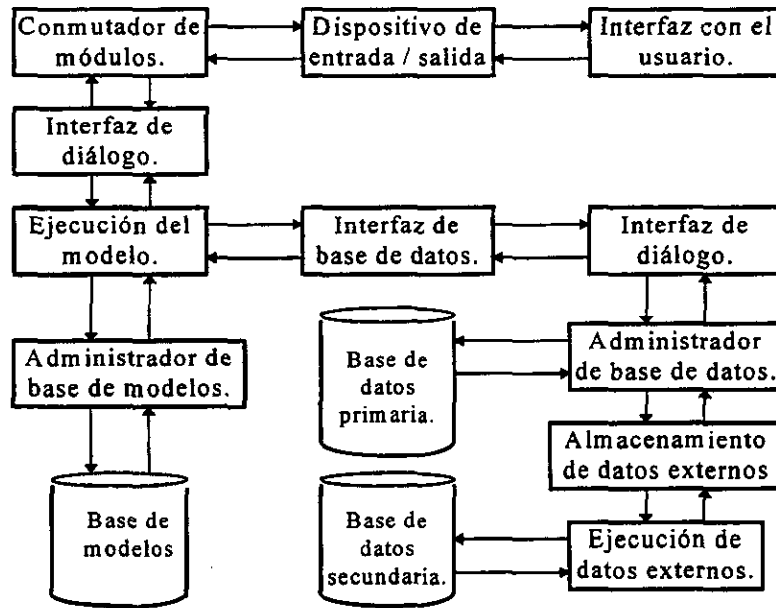


Figura 29

Debido a los factores críticos del grupo, TKJ y red, para el diseño del sistema se propone la estructura que aparece en la siguiente figura.

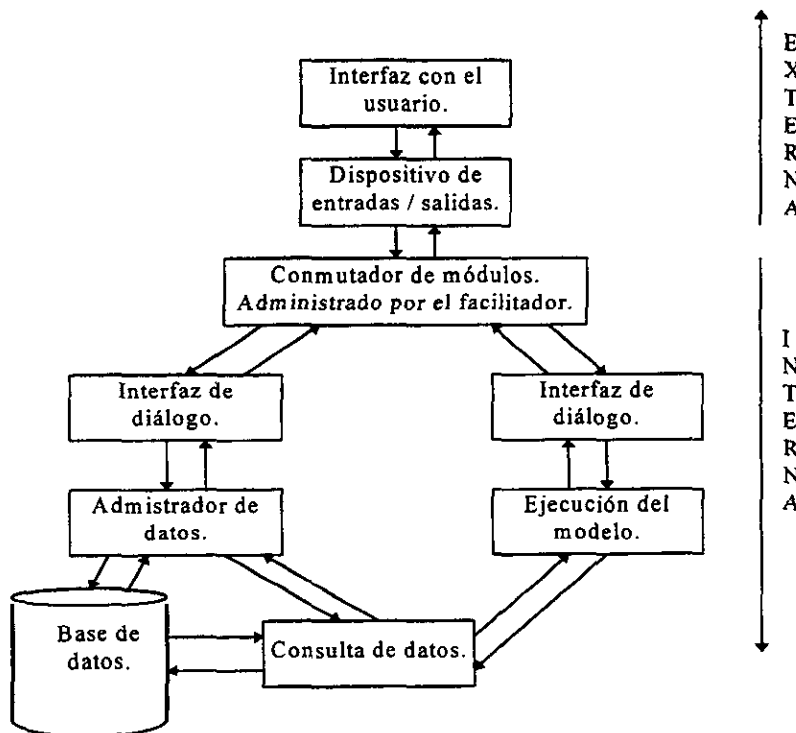


Figura 30

Esta estructura carece de un componente externo de datos debido a que la información es introducida al componente de datos del sistema por los usuarios antes o durante las sesiones de trabajo.

Por otro lado, se eliminan los dispositivos de entrada y salida de datos del hardware del sistema, como lo señalan las flechas de la figura 30, esto se debe a que el sistema será implantado en un servidor de red (Internet), así, el usuario utilizará su propio equipo, con la ventaja de que lo conoce y lo ha utilizado anteriormente.

Por último, dado que sólo se dará apoyo a la etapa de estructuración del problema, por el momento sólo se considera la implantación de un modelo en el sistema, por lo que no es necesario desarrollar un administrador de modelos, con lo que se reduce la cantidad de trabajo de programación para desarrollar el software del sistema.

Una vez conocidas las condiciones impuestas al sistema por los factores críticos de diseño, se presentan una serie de recomendaciones para el desarrollo de los componentes del sistema.

## ***Los componentes del sistema.***

La siguiente sección presenta las especificaciones de diseño para los componentes del sistema, determinadas por la técnica de estructuración, el entorno de red y su orientación a grupos.

### ***El componente de diálogo.***

Como el *Sistema de Apoyo a la Estructuración de Problemas* estará localizado en un servidor sólo se presentan las especificaciones de diseño para la pantalla, que será la interfaz del componente de diálogo con el usuario.

1 La pantalla. El *Sistema de Apoyo a la Estructuración de Problemas* contará con un diseño de pantalla basado en las siguientes ventanas :

- i. Una barra de estado que indique la etapa en que se encuentra el proceso.
- ii. Una ventana de diálogo para intercambio de información.
- iii. Una ventana privada para trabajo individual.
- iv. Una ventana pública, de trabajo colectivo para el grupo.
- v. Una ventana para presentación de resultados tanto parciales como finales.

2 Las ventanas del *Sistema de Apoyo a la Estructuración de Problemas*. El diseño de la pantalla del sistema es de ventanas con el objetivo de hacerlo flexible. Las ventanas se acomodarían como hojas en una carpeta, con cada hoja/ventana señalada en un extremo por una pestaña que indica su nombre. A continuación se describen cada una de ellas.

2.1 Ventana de etapas o barra de estado : Muestra la hora, la fecha y la etapa del proceso en que se encuentra el sistema, por lo que forma parte del recuadro de la pantalla y aparece siempre que el sistema este en uso. Los títulos que muestra corresponden a las etapas que integran la técnica de estructuración elegida (TKJ). Se trata de una ventana no editable.



2.2 Ventana de diálogo : Es el medio de comunicación entre los usuarios y el facilitador del sistema. Su función es mandar y recibir mensajes, por ejemplo, en caso de que se requiera explicar la tarjeta de algún participante o bien argumentar el título de un sobre. Es una ventana editable, con funciones de correo electrónico, con la posibilidad de entablar comunicaciones simultáneas y que permanece abierta mientras el sistema esté en uso.

Una posibilidad de lograr la comunicación simultánea podría ser utilizando tecnología de videoconferencias. En este sentido, existen dos posibilidades de manejar al grupo de acuerdo con el TKJ, la primera, donde el facilitador hace el papel de conferencista mientras que los usuarios lo escuchan y observan y la comunicación entre los usuarios y el facilitador se da a través de textos. La otra posibilidad es que tanto el facilitador como los usuarios se puedan observar y escuchar y la comunicación sea principalmente oral. Sin embargo, para esto es necesario que todos los integrantes del grupo cuenten con equipo especial para la transmisión de imágenes.

En particular, dos paquetes de software para videoconferencias<sup>1</sup> de dominio público y que funcionan a través del Internet son el CU-SeeMe de la universidad de Cornell para computadoras personales y el IVS del instituto nacional de investigación en informática y automatización de Francia (INRIA), diseñado para estaciones de trabajo.

Sin embargo, cualesquiera que sea la tecnología que utilice el componente de diálogo, durante las sesiones de trabajo el facilitador administra el flujo de información, es decir, los mensajes entre los integrantes del grupo recorren la ruta : emisor - facilitador - receptor. De esta forma el facilitador permite la participación democrática de los integrantes y evita posibles conflictos entre ellos.

2.3 Ventana de trabajo individual : Donde el usuario realiza actividades personales pertinentes al proceso, por ejemplo, escribir las tarjetas y sobres. Es una ventana editable.

2.4 Ventana de trabajo colectivo : Presenta la información requerida para las actividades del grupo, por ejemplo, los antecedentes, los hechos que constituyen la problemática, las tarjetas y los sobres de referencia. Es una ventana no editable para los integrantes del grupo decisor, pero sí para el facilitador.

2.5 Ventana de resultados : Donde se presentan los resultados parciales y finales del proceso a los integrantes del grupo. En esta ventana se pueden manipular textos y gráficos en diferentes presentaciones, por ejemplo, los diagramas de Kawakita, de Bowen o de árbol resultado del TKJ. Se trata de una ventana no editable para los integrantes del grupo, pero sí para el facilitador.

La siguientes dos figuras muestran una propuesta para las ventanas de trabajo individual y de resultados para el sistema basada en el diseño antes descrito.

---

<sup>1</sup> Mayor información de este software y otros sistemas de videoconferencia se puede encontrar en la siguiente dirección del Internet : [www3.ncsu.edu/dox/video/products.html](http://www3.ncsu.edu/dox/video/products.html)

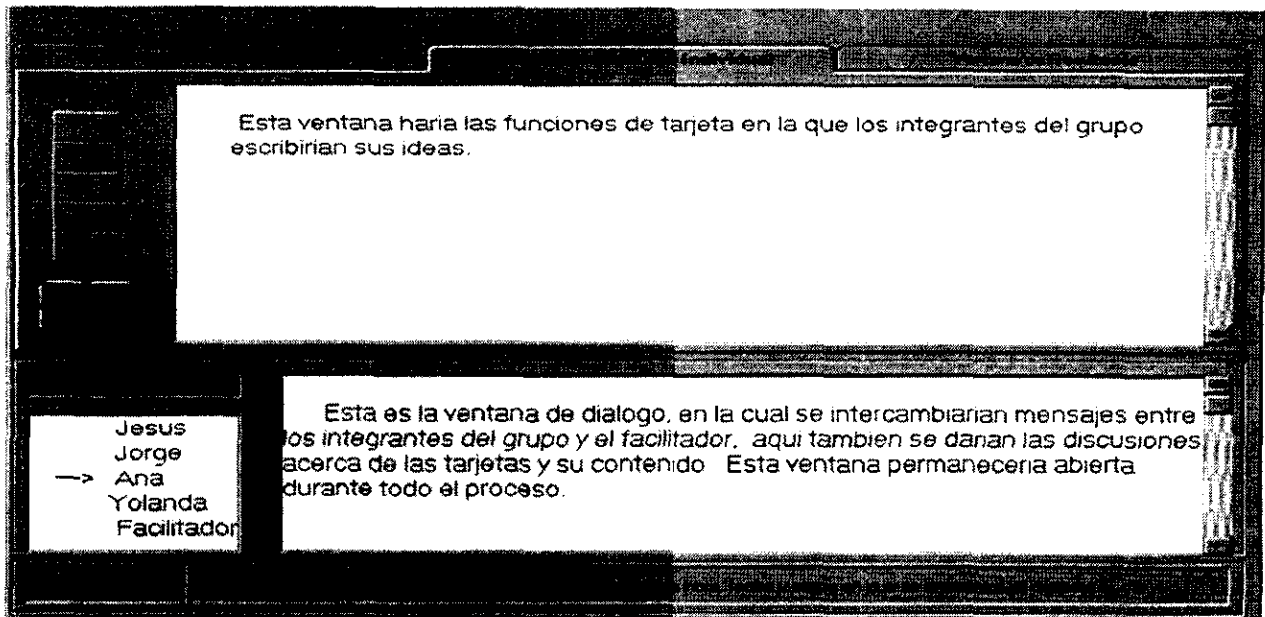


Figura 31

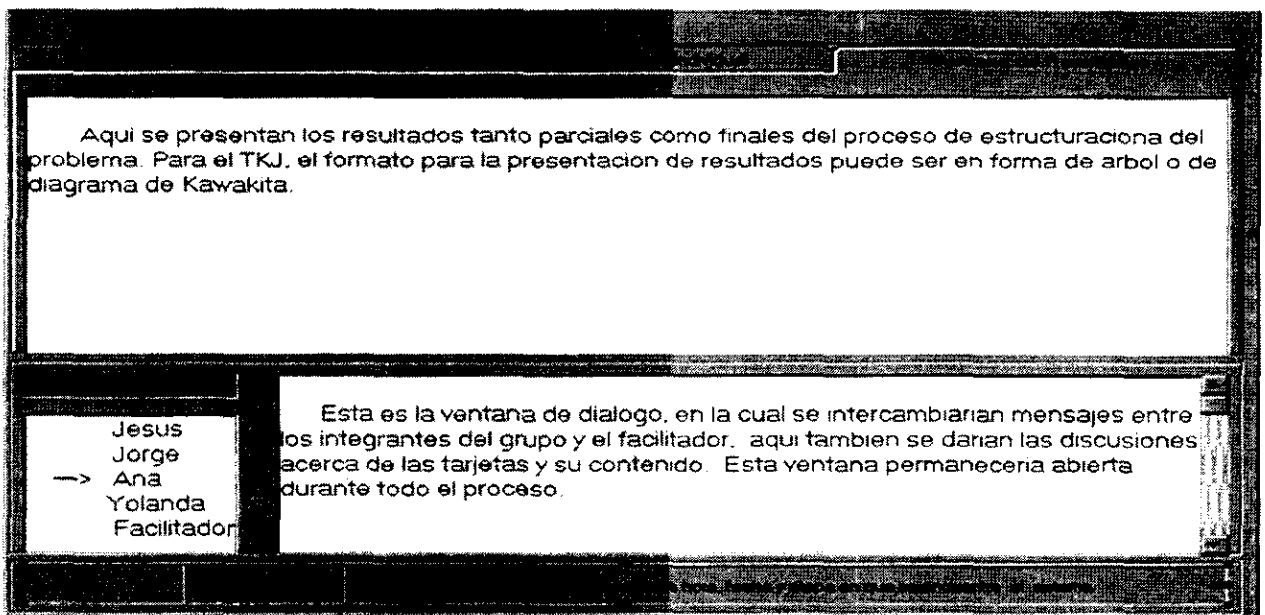
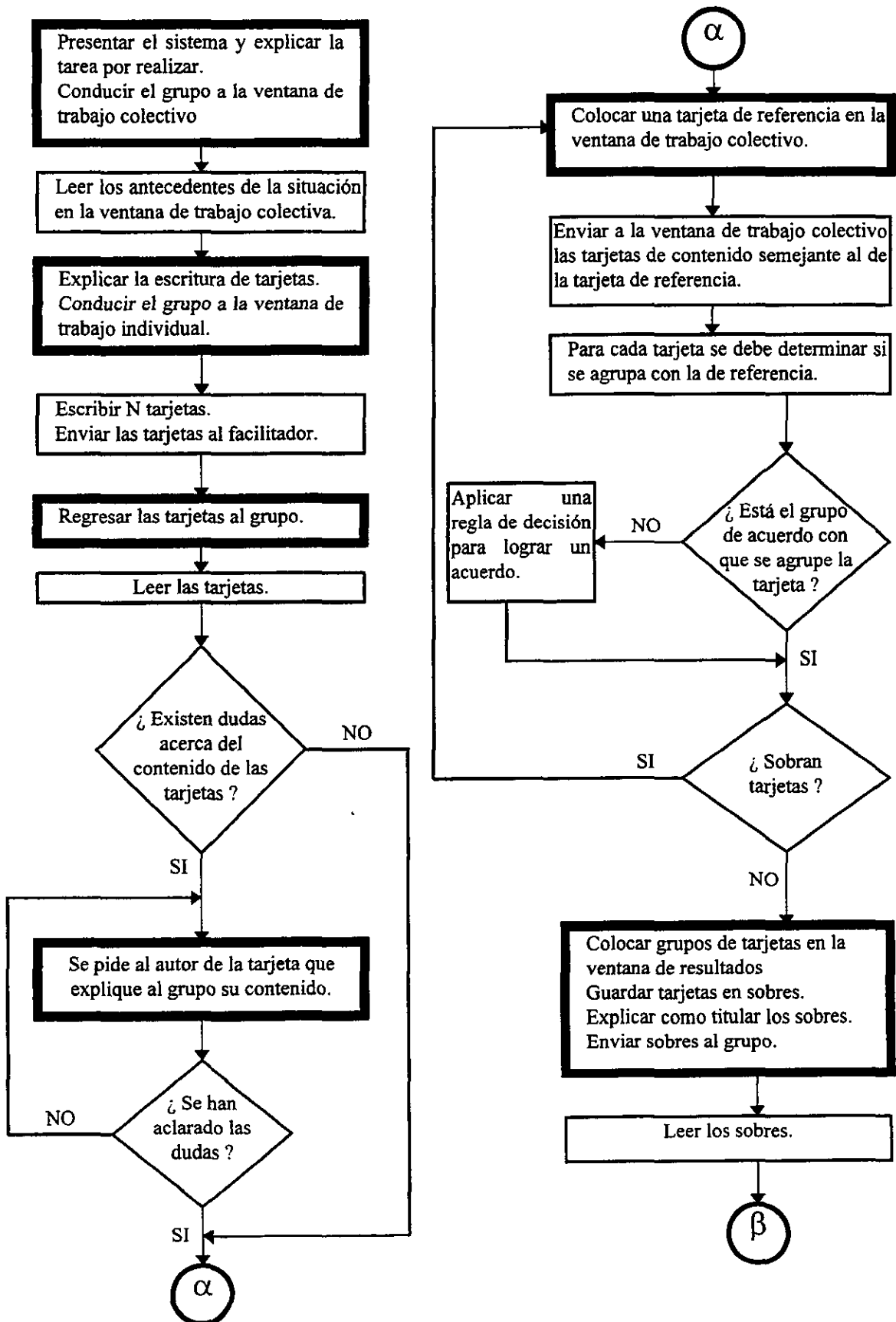


Figura 32

### El componente del modelo.

Como se piensa implantar en el sistema, un sólo método para la estructuración de problemas, no se requiere por el momento un administrador de modelos, ni una base de los mismos; sólo se requiere del módulo de ejecución del método elegido. Este módulo debe llevar a cabo cada una de las etapas del método.

El siguiente diagrama muestra las actividades del TKJ adaptadas a las características del componente de diálogo del sistema. En el diagrama, las actividades que se muestran en cuadros con margen grueso corresponden al facilitador, mientras que las actividades restantes son realizadas por los integrantes del grupo.



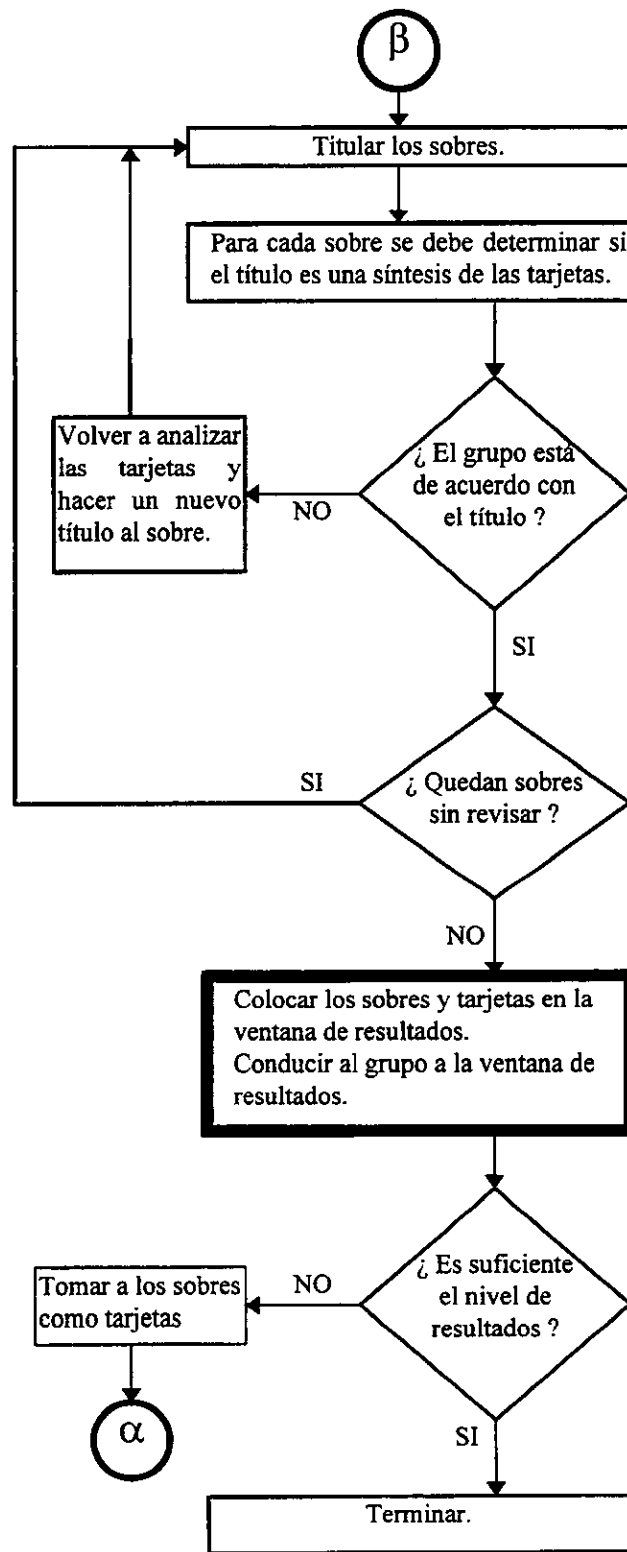


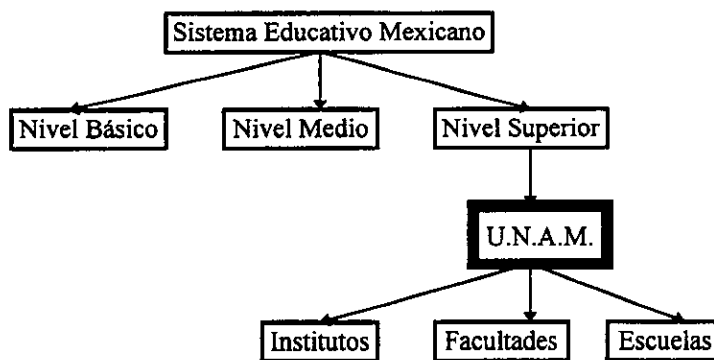
Figura 33

## El componente de datos.

Los requerimientos relacionados con la manipulación de la información, dependen fuertemente del método de estructuración elegido. En este caso, se requiere a la manipulación de textos cortos para el desarrollo del trabajo y de gráficas para la presentación de resultados.

Debido a esto, se propone el uso de un esquema relacionado de manejo de información, como el propuesto por Pratch, [27]. Con dicho esquema la información disponible acerca de una situación se ordena en un número finito de porciones denominadas estructuras, donde cada estructura consta de un conjunto de celdas donde se almacenan bloques de información relacionada.

Un ejemplo de este esquema de organización de la información se presenta en la siguiente figura. Se trata de una representación ficticia del sistema educativo mexicano que sirve para revisar la asignación del presupuesto para un periodo de tiempo cualquiera.



**Figura 34**

Supóngase además que esta representación aparece en la ventana de resultados del *Sistema de Apoyo a la Estructuración de Problemas*, si se desea conocer alguna información, por ejemplo, aquella relacionada con la U.N.A.M., al seleccionar la casilla correspondiente debe aparecer una ventana emergente como la que se muestra en la siguiente figura con la información disponible :

### **Estructura para la representación del conocimiento.**

Nombre de la estructura :	U.N.A.M.	Bloque : Presupuesto 1998 Valor : 0.0035 del PIB.
Integrada por :	Facultades Escuelas Institutos	Bloque : Descripción Valor : Universidad Nacional Autónoma de México.
Forma parte de :	Sistema de educación superior	Bloque : Misión Valor : Ser centro de estudios, investigación y cultura.
Localización :	México, D.F.	

**Figura 35**

Se puede crear una estructura por cada objeto o nodo en el árbol y tener acceso a ellas desde la ventana de presentación de resultados.

Las ventajas de este tipo de arreglo para la información son : flexibilidad en su presentación, capacidad de visualizar la estructura del problema y su información de manera simultánea, así como la posibilidad de modificar el conjunto de información desde las estructuras, ya que estas se encuentran relacionadas entre sí a través de sus respectivas celdas.

## VI Conclusiones.

La propuesta de este trabajo está enfocada al tema del apoyo a la toma de decisiones en grupo mediante sistemas de cómputo, el cual en comparación con el apoyo a individuos presenta menos artículos en revistas especializadas, como Decision Support Systems o el European Journal of Operational Research. Eso sin contar que la mayoría de los artículos que ahí aparecen, tanto para grupos como para individuos, reportan sistemas que se enfocan principalmente a la etapa de evaluación de alternativas, como el WINGDSS, sistema que se comentó en el Capítulo IV.

Así pues, actualmente la mayor parte de los sistemas de apoyo a la decisión consiste en resolver modelos de toma de decisiones, lo cual supone que el decisor o los decisores ya han identificado el problema y han logrado modelarlo de alguna forma. Sin embargo, existe un número menor de sistemas que brinda apoyo a las etapas de planteamiento del problema<sup>1</sup>, búsqueda y generación de alternativas e identificación de criterios y consecuencias.

En esta tesis se propusieron especificaciones de diseño para cada uno de los componentes de un sistema de apoyo a la decisión en grupo, para la fase de definición y estructuración del problema. Esto se hizo apoyándose en herramientas de la teoría de sistemas y de sistemas de apoyo a la decisión. Este trabajo es entonces, un acercamiento al análisis de problemas desde las perspectivas de planeación y teoría de decisiones.

Las herramientas utilizadas fueron : la metodología de diseño de sistemas de VanGigch [1], el CATVED de Checkland [2], y el esquema usuario - tarea - tecnología de Nunamaker, Vogel y Konsynski [17]. Con la integración de estos elementos se logró que la metodología de diseño fuese específica para sistemas de apoyo a la decisión para grupos<sup>2</sup>. Por lo que este esquema puede servir en un futuro para diseñar otros sistemas de apoyo a la decisión.

Las especificaciones de diseño propuestas son :

- i. Una estructura para el sistema basada en los factores grupo, red y TKJ.
- ii. Un diagrama con los pasos de la técnica TKJ adaptados a las especificaciones del sistema para el componente del modelo.
- iii. Una propuesta para la interfaz con el usuario del componente de diálogo.
- iv. Una estructura para la representación y organización de la información para el componente de datos.

---

<sup>1</sup> Por ejemplo el Decision Explorer de Banxia Software, que ayuda a generar mapas conceptuales. Se puede encontrar más información acerca de este paquete en la dirección : [www.banxia.co.uk\demain.html](http://www.banxia.co.uk/demain.html).

<sup>2</sup> Si se realizan algunas modificaciones a estos elementos se pueden obtener las especificaciones de diseño para las demás etapas del proceso de decisión.

La tendencia actual de los sistemas de apoyo a la decisión para grupos va en el sentido de facilitar la comunicación e intercambio de información entre los integrantes del grupo, por ejemplo, a través de sistemas de videoconferencia o con sistemas como el BSCW y el Web-HIPRE<sup>3</sup>, que genera espacios de trabajo para grupos en el Internet. Sin embargo, el nivel de apoyo de estos sistemas es limitado aún, pues se carece de procedimientos estructurados que permitan realizar actividades colectivas más complejas que el solo intercambio de información.

En este sentido, el diseño propuesto incorpora al TKJ como método para la estructuración de problemas, siendo esta una técnica que, a pesar de haber sido utilizada con éxito en problemas reales, no ha sido implantada en sistemas de apoyo a la decisión.

Sin embargo, para hacer operativo este diseño aún falta desarrollar el software del sistema<sup>4</sup>. Además, si una vez desarrollado el sistema se desean ampliar sus funciones agregando otros modelos, con el propósito de brindar apoyo a las siguientes etapas del proceso de decisión, se debe diseñar y desarrollar una base de modelos y un módulo administrador de los mismos.

El sistema que se propone, una vez desarrollado para su uso en red, permitirá investigar entre otros temas :

- i. La posibilidad de aumentar el número de participantes en la estructuración de problemas con el método TKJ.
- ii. Los efectos del uso de seudónimos en grupos cooperativos y no cooperativos.

---

<sup>3</sup> Este sistema brinda apoyo para trabajar modelos de toma de decisiones jerárquicos como árboles de decisión o AHP, se puede intercambiar información para trabajar en conjunto y se encuentra disponible desde Febrero de 1998 en la siguiente dirección de Internet : <http://www.hipre.hut.fi>

<sup>4</sup> Esto no parece fácil ya que de entrada no resulta claro sobre que plataforma conviene desarrollar el sistema.



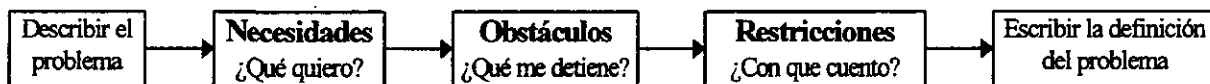
## Apéndice.

### Algunas técnicas para la estructuración de problemas en grupo<sup>5</sup>.

Aquí se presentan algunas técnicas que podrían utilizarse como modelo en el sistema para la estructuración de problemas en grupo como alternativas al TKJ.

#### 1.1 Orientación a metas. [4]

1. Escribir una descripción general del problema, incluyendo toda la información pertinente a la situación.
2. Preguntarse :
  - ¿ Qué es lo que yo necesito hacer en esta situación ?
  - ¿ Qué es lo que me impide alcanzar lo que yo quiero ?
  - ¿ Qué restricciones tengo que aceptar para poder solucionar el problema ?
3. Utilizar las respuestas obtenidas en 2 para definir el problema.



#### 1.2 Abstracciones progresivas. [4]

1. Escribir una descripción o planteamiento general de la situación.
2. Generar soluciones tentativas al problema mediante la pregunta : ¿Cuál es el problema esencial ?
3. Examinar las soluciones y desarrollar una nueva definición del problema.
4. Repetir los pasos 2 y 3 hasta que las soluciones propuestas excedan las capacidades tecnológicas disponibles o las habilidades de los participantes o hasta que las soluciones salgan del ámbito de competencia del grupo.
5. Seleccionar una definición satisfactoria para el grupo y comenzar a generar nuevas ideas.

---

<sup>5</sup> A excepción de la técnica de grupo nominal, las demás técnicas no están diseñadas especialmente para grupos, lo que implica que se debe utilizar un mecanismo para la agregación de resultados individuales, para generar un resultado colectivo.

Ejemplo :

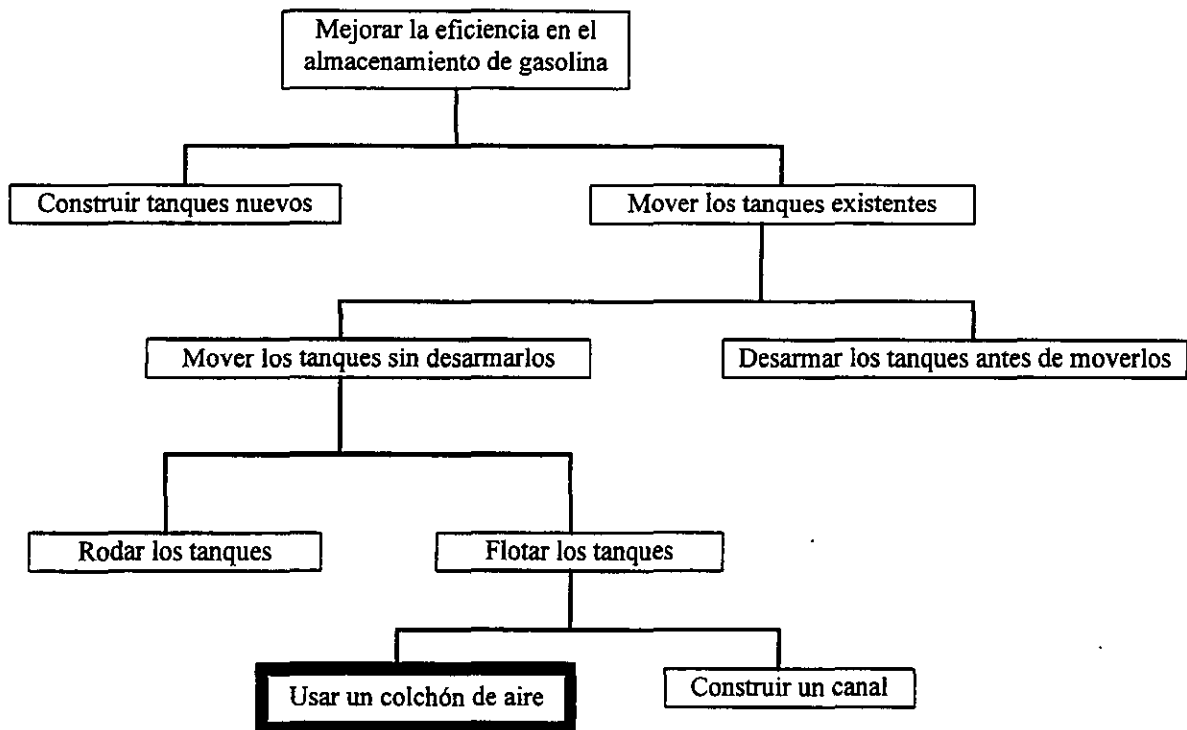


Figura 36

### 1.3 Análisis dimensional. [4]

1. Escribir una descripción de la situación.
2. Escribir por separado descripciones de la situación en términos de las siguientes preguntas :

¿ Qué ?, ¿ Dónde ?, ¿ Cuándo ?, ¿ Qué tanto ?, ¿ Qué tan serio es ?

Que corresponden a las dimensiones sustantiva, espacial, temporal, cuantitativa y cualitativa respectivamente. Cada una de estas dimensiones se puede especificar si se determinan los siguientes puntos.

Sustantiva	Espacial	Temporal	Cuantitativa	Cualitativa
Comisión u omisión	Local o externa	Reciente o duradera	Singular o múltiple	Filosófica o superficial
Actitud o hecho	Lugar específico	Actual o anterior	Pocas o muchas personas	Sobrevivir o crecer
Fines o medios	Aislado o extendido	Constante o variable	General o específico	Primario o secundario
Activo o pasivo			Simple o complejo	Se violan o valores propios o externos

## **1.4 Técnica de grupo nominal. [4]**

1. El facilitador describe la situación al grupo.
2. Los integrantes generan ideas en forma escrita, a de manera de lluvia de ideas silenciosa.
3. Todas las ideas se registran y se colocan a la vista de todos, en un pizarrón o pared.
4. Una vez colocadas frente a todos, en una sesión plenaria se discuten y aclaran dudas acerca de las ideas.
5. Se realiza una votación preliminar para generar un orden de importancia para las ideas.
6. Se realiza un análisis de las votaciones para revisar si hay inconsistencias.
7. Se realiza una votación final una vez aclaradas las dudas que pudieran surgir en el paso anterior.

Para esta técnica los pasos 6 y 7 son opcionales, ya que puede suceder que no se presenten inconsistencias en las votaciones preliminares. Además, esta técnica al igual que el TKJ requiere de la participación de un facilitador para conducir al grupo durante el desarrollo de la técnica.

## **1.5 Análisis de Problemas Kepner-Tregoe. [4]**

Esta técnica consta de dos etapas, una para especificar el problema y otra para identificar las causas del problema. En la primera etapa se debe contestar un cuestionario muy semejante al que presenta el análisis de dimensiones, y que consta de las siguientes preguntas.

Qué: ¿Cuál es el objeto, persona, unidad que muestra un defecto? ¿En qué consiste el defecto?

Dónde: ¿Dónde se observa el objeto con el defecto? ¿En el objeto, dónde se observa el defecto?

Cuándo: ¿Cuándo fue observado por primera vez el objeto con defecto? ¿Cuándo fue observado nuevamente? ¿Cuándo en el ciclo de vida del objeto fue observado el defecto?

Cuánto: ¿Cuánto de cada objeto está afectado? ¿Cuántos objetos tienen defecto? ¿Cuántos defectos tiene cada objeto? ¿Cuántos casos?

Para la segunda etapa se debe contestar el siguiente cuestionario.

¿Qué es exclusivo, característico, peculiar, propio, especial, típico del es cuando comparado con el no es?

¿Qué ha cambiado en este distingio, o característica exclusiva?

¿Qué en este cambio, o en este cambio combinado con aquel distingio, pudo haber causado esta desviación?

¿Si \_\_\_\_\_ es la causa, cómo explica ( y no contradice ) a cada uno d los datos del es?  
¿Cómo puede verificar la causa?

Cada técnica consiste en diferentes actividades, lo que provoca que se tengan distintos requisitos para su aplicación. Esto se debe tomar en cuenta para el diseño del componente de diálogo en el sistema, en caso de implantar alguna de estas u otras técnicas distintas del TKJ.

## 2. El BSCW.

A continuación se presenta una serie de pantallas del sistema BSCW, en las que se muestran algunas de sus características.

La siguiente figura es una ventana del espacio de trabajo del BSCW en la que se aprecia la forma en que el sistema presenta la información que contiene.

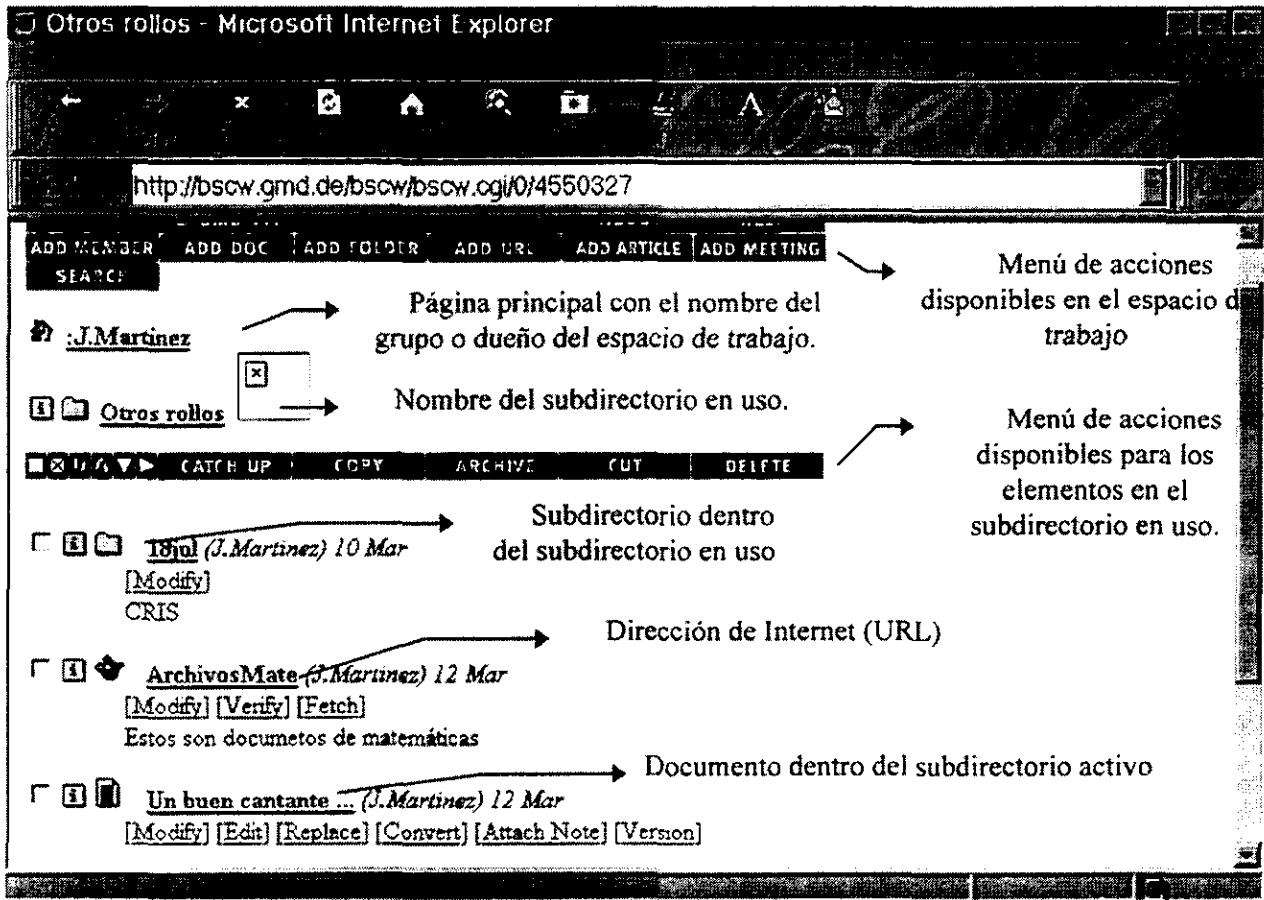


Figura 37

Como se puede ver, el BSCW ordena la información mediante un esquema de subdirectorios o folders, que se integran de diversos elementos tales como subdirectorios, direcciones de Internet, documentos, imágenes, programas, etc.

El BSCW consta de los siguientes componentes, una pantalla principal (*ventana de trabajo colectivo*) que contiene el directorio raíz con los principales subdirectorios, un portafolios personal (*ventana de trabajo individual*) a la que sólo tiene acceso el dueño del portafolios, una libreta de direcciones y una pantalla de reuniones que forman el componente de diálogo o comunicaciones (*ventana de diálogo*) y un cesto de basura para colocar aquellos elementos que ya no se utilizan.

Las sesiones inician en la página principal, donde se dispone de una barra con un menú de acciones básico, con las siguientes opciones, agregar : un nuevo integrante al grupo, un nuevo documento, folder, dirección de Internet, un mensaje a los integrantes del grupo o proponer una nueva reunión al grupo. Un poco más abajo aparece el nombre del grupo o del dueño del espacio de trabajo, así como el subdirectorío que en ese momento se encuentre en uso.

Para cada subdirectorío se tienen barras con un menú de acciones para administrar los elementos de cada folder, como actualizar, archivo, copiar, borrar y cortar.

Cada componente del sistema, cuenta con una barra con un menú de acciones específicas para las funciones que desempeña, por ejemplo, para la libreta de direcciones se tienen las siguientes opciones : agregar un nuevo miembro o realizar una búsqueda. Por su parte el menú para los elementos en la libreta de direcciones consiste de : actualizar, mandar un correo electrónico o borrar de la lista.

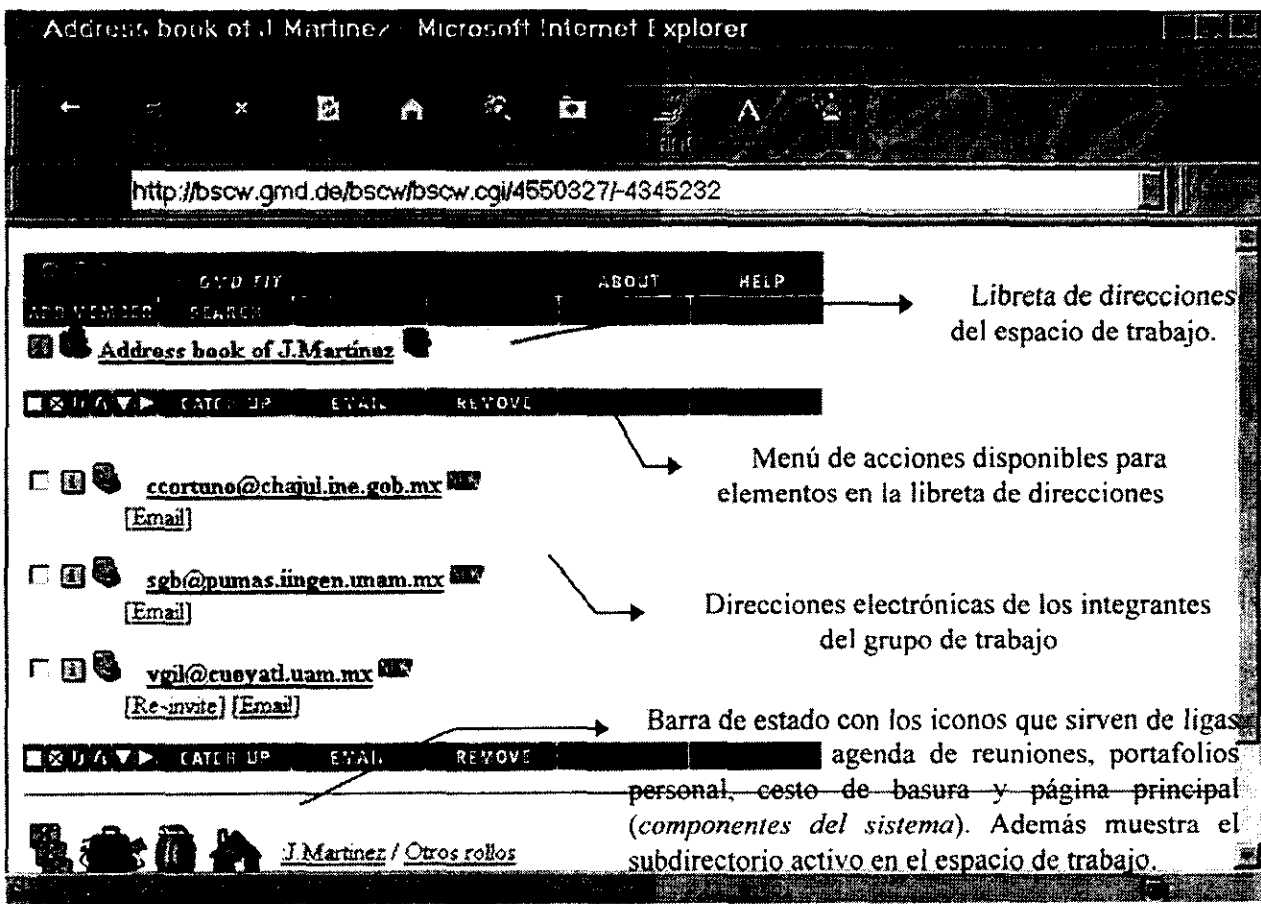


Figura 38

Estas características del BSCW permiten que grupos dispersos espacial o temporalmente realicen ciertas actividades como si estuvieran en un mismo lugar, por ejemplo, compartir información o intercambiar mensajes. Otra propiedad interesante del BSCW es que puede ser personalizado en aspectos tales como el idioma y las barras de menú a los que se les pueden agregar o quitar acciones.

Sin embargo, el sistema tiene algunas limitaciones, como la dificultad para controlar las comunicaciones entre los integrantes del grupo, y por lo tanto para llevar a cabo sesiones de trabajo que sigan un procedimiento estructurado. Otro punto es el hecho de que se tienen diferentes capacidades del sistema dependiendo del tipo de navegador que se tenga, por ejemplo, para utilizar el BSCW con el Internet explorer de Microsoft es necesario anexas un programa al navegador.

### 3. El Web-HIPRE

Este sistema fue desarrollado en la universidad tecnológica de Helsinki en Finlandia, se trata de un sistema que brinda apoyo a la solución de problemas de decisión multicriterio mediante modelos jerárquicos como el AHP o los árboles de decisión, para las actividades de planteamiento del problema, evaluación de alternativas y análisis de sensibilidad para los resultados en el Internet.

El sistema permite resolver el problema a través de varios métodos, entre los que se encuentran la ponderación directa, la comparación por pares de criterios y alternativas, el uso de una función de valor y métodos particulares del HIPRE 3 como el SWING y el SMART.

Como el Web-Hipre funciona a través del Internet, para trabajar con el es posible disponer de un directorio privado de trabajo como usuario del sistema en el servidor del Web-Hipre, con la posibilidad de compartir con otros usuarios la información del directorio si se desea trabajar en grupo. Además, a cada elemento del modelo de decisión se le puede asociar información relacionada que se encuentre en el Internet como multimedia, sonido, hipertexto, etc.

A continuación aparecen un par de ventanas correspondientes al sistema Web-Hipre.

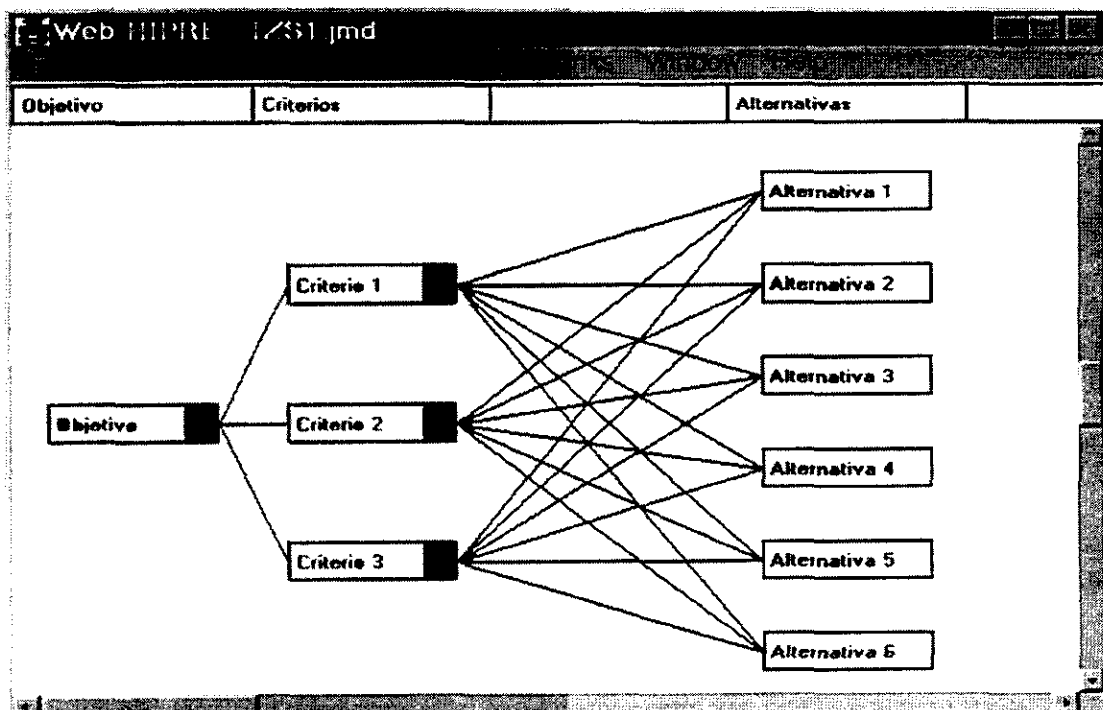
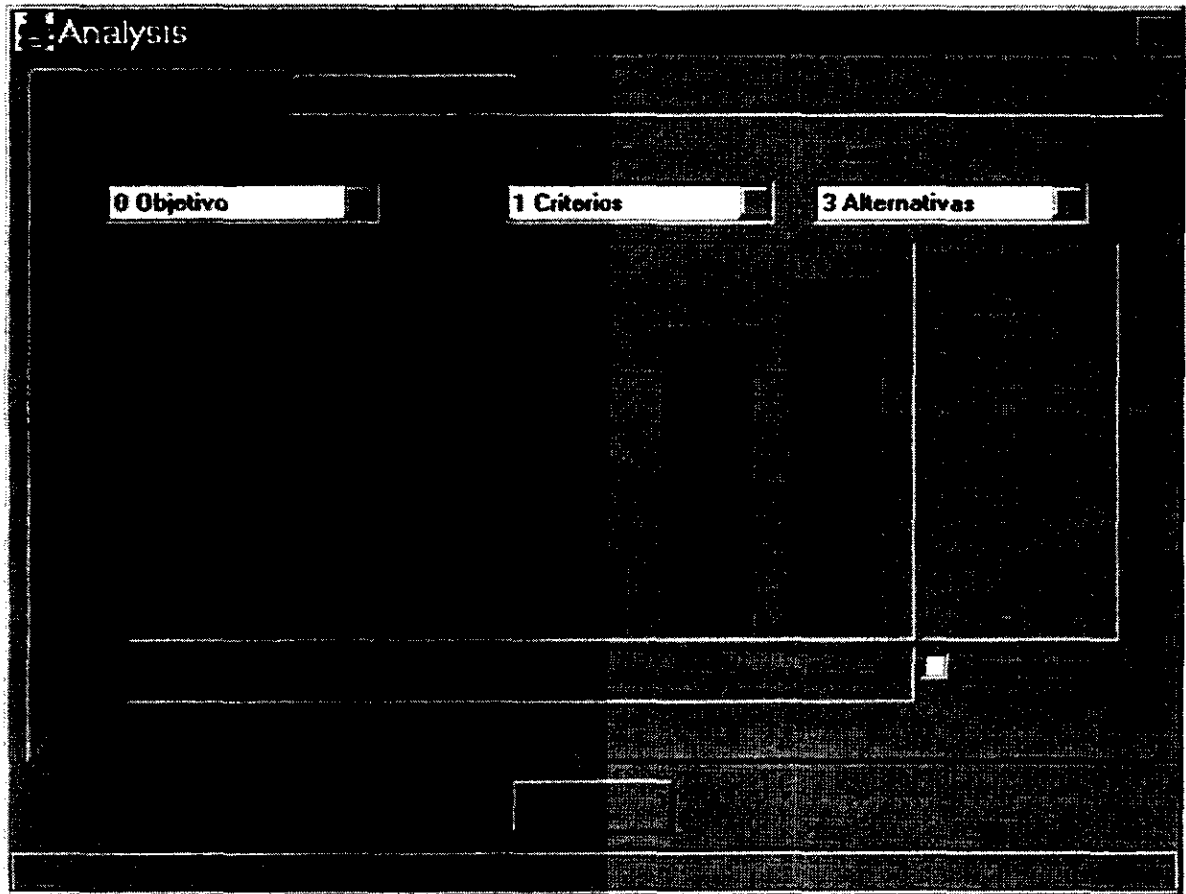


Figura 39

La figura anterior muestra como se vería la estructura de un problema de decisión con un objetivo, tres criterios y seis alternativas en el sistema Web-Hipre. Desde esta pantalla se pueden mover, cambiar de nombre o modificar los atributos de los objetivos, criterios y alternativas a través del ratón (Mouse) de la computadora.

El sistema cuenta también con una ventana de resultados donde los pesos asignados a cada alternativa se muestran como columnas<sup>1</sup>. Las cuales se forman a partir de los valores obtenidos de la evaluación de las alternativas para cada criterio. Y junto a esta ventana se encuentra otra que sirve para realizar análisis de sensibilidad para los resultados obtenidos.



**Figura 40**

---

<sup>1</sup> Aunque también existe la posibilidad de mostrar los pesos en forma numérica, si se señala el cuadro con el letrero Show Values que aparece a la derecha de la gráfica de barras.

## BIBLIOGRAFÍA :

1. Van Gigch, J. P. “*Systems Design and Metamodelling*”. 1981 Wiley New York.
2. Checkland, P. “*Systems thinking, systems practice*” 1981 Wiley. New York.
3. Fuentes, Z. A. “*EL PENSAMIENTO SISTÉMICO caracterización y principales corrientes*” Cuadernos de Planeación y Sistemas No. 3. Departamento de Ingeniería de Sistemas. D.E.P.F.I.-U.N.A.M. Abril 1991, México.
4. Van Gundy A. B. “*Techniques for Structured Problem Solving*” Van Nostrand Reinhold Company. 1981 New York.
5. Roy, B. “*Decision-Aid and Decision Making* ” LAMSADE. Documento N° 51 Mayo 1989 Francia.
6. Trejos, M. *Apuntes del curso “Teoría de Decisiones”* Impartido en la D.E.P.F.I. - U.N.A.M. 1996 México D.F.
7. French, S. “*Decision Theory*” Halsted Press-John Wiley & Sons, 1988 New York.
8. Watson, S. Buede, D. “*Decision Synthesis*” 1987 Cambridge University Press.
9. Antún, J.P. “*Toma de Decisiones Multicriterio : El Enfoque Electre*” Series del Instituto de Ingeniería. D-38. Marzo 1994.
10. Edwards, W., Tversky, A. “*Toma de decisiones*”. Antología. Serie Lecturas No. 27, El Trimestre Económico. Fondo de Cultura Económica. 1979 México.
11. McCartt, A.T., Rohrbaugh J. “*Evaluating Group Decision Support System Effectiveness : A Performance Study of Decision Conferencing* ” 243-253. *Decision Support Systems. (DSS)* Vol. 5, 1989. North Holland.
12. Fishburn, P.C. “*A comparative Analysis of Group Decision Methods*” 538-544 *Behavioral Science*, Volumen 16, 1971.
13. Kersten, G.E. “*A Procedure for Negotiating Efficient and Non-Efficient Compromises*” 167-177. *Decision Support Systems. (DSS)* Vol. 4, 1988. North Holland.
14. Guillén, S.T. “*Relaciones Valuadas de Preferencia en la Toma de Decisiones Multicriterio* ” Capítulo 6. *Aspectos prácticos de la ayuda a la decisión*. Tesis Doctoral. D.E.P.F.I.-U.N.A.M. 1993 México.
15. Bui X. Tung. “*Co-op : A Group Decision Support System for Cooperative Multiplecriteria Group Decision Making*” *Lecture Notes in Computer Science*. 1987 Springer Verlag.
16. DeSanctis, G. Gallupe, R. “*A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems*” 589-609. *Management Science*. 33. May 1987.



17. Nunamaker, J., Vogel, D., Konsynski, B. "*Interaction of Task and Technology to Support Large Groups*" 139-152. Decision Support Systems. (DSS) Vol. 5, no. 2, 1989 North Holland.
18. Karacapilidis, N., Pappis C. "A framework for group decision support systems : Combining AI tools and OR techniques" 373-388. European Journal of Operational Research. (EJOR) Vol. 103, no. 2, December 1, 1997 North Holland Amsterdam
19. Pinsonneault, A., Kraemer, K. "*The effects of Electronic Meetings on Group Processes and Outcomes : An Assessment of the Empirical Research*" 143-161. European Journal of Operational Research. (EJOR) Vol. 46, no. 2, May 25 1990 North Holland Amsterdam
20. Hiltz, R., Turoff, M., Johnson, K. "*Experiments in Group Decision Making, 3: Disinhibition, Deindividuation, and Group Process in Pen Name and Real Name Computer Conferences*" 217-232. Decision Support Systems. (DSS) Vol. 5, 1989. North Holland.
21. Er, M., Ng, A. "*The Anonymity and Proximity Factors in Group Decision Support Systems*" 75-83. Decision Support Systems. (DSS) Vol. 14, 1995. North Holland.
22. Csáki, P., Rapcsák, T., Turchányi, P., Vermes, M. "*R and D for Group Decision Aid in Hungary by WINGDSS, a Microsoft Windows Based Group Decision Support System*" 205-217. Decision Support Systems. (DSS) Vol. 14, 1995. North Holland.
23. Las páginas del GMD en Internet. Dirección electrónica : [http:// bscw.gmd.de/](http://bscw.gmd.de/) 1997
24. Lara F. (1977) "*La técnica TKJ de la planeación prospectiva*" Cuadernos Prospectivos 6-A, Fundación Javier Barros Sierra, A.C., México.
25. Sánchez, G. (1990) "*Técnicas para el análisis de sistemas*" Parte I. Cuadernos de Planeación y Sistemas. Departamento de Ingeniería de Sistemas. DEPI UNAM. México
26. Gray, P., Olfman, L. "*The User Interface in Group Decision Support Systems*" 119-137. Decision Support Systems. (DSS) Vol. 5, no. 2, 1989 North Holland.
27. Pratch, W. "Model Visualization : Graphical Support for DSS Problem Structuring and Knowledge Organization " 13-27. Decision Support Systems. (DSS) Vol. 6, 1990 North Holland
28. Las páginas del Web-HIPRE en Internet. Dirección electrónica : <http://www.hipre.hut.fi/> 1998

<b>Lista de Figuras.</b>	<b>Página</b>
1.Sistema	5
2.Taxonomía de sistemas	6
3.Metodología de diseño de sistemas.	9
4.El proceso de decisiones como metodología de diseño de sistemas.	10
5.Etapa previa a la solución de problemas.	12
6.Un esquema de solución de problemas.	14
7.Modelo de solución de problemas.	15
8.Etapa de análisis de información y definición del problema.	16
9.Etapa de generación de ideas y soluciones.	17
10.Etapa de evaluación y selección de ideas y soluciones.	18
11.Etapa de implantación.	19
12.Problema de clasificación.	21
13.Problema de optimización.	22
14.Problema de jerarquización.	22
15.Estructura de un problema de decisión.	23
16.La agrupación de preferencias.	28
17.El espacio de negociación.	34
18.Modelo de contingencia de Bui.	42
19.Estructura de los SAD.	44
20.Modelo de análisis de los efectos de los SAD.	45
21.Esquema usuario tarea tecnología.	48
22.Esquema usuario tarea tecnología.	53
23.Esquema grupo red TKJ.	54
24.Tarjetas del TKJ.	56
25.Diagrama de Kawakita.	57
26.Diagrama de árbol.	57
27.Esquema de relación cliente servidor.	59
28.Arquitectura cliente servidor.	59
29.Estructura de los SAD.	60
30.Estructura SAEP.	60

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

31. Ventana de trabajo individual SAEP.
32. Ventana de resultados SAEP.
33. Diagrama TKJ-SAEP.
34. Árbol del sistema educativo mexicano.
35. Estructura para la representación del conocimiento.
36. Ejemplo de abstracciones progresivas.
37. Ventana de presentación del BSCW.
38. Ventana de la libreta de asistentes del BSCW.
39. Ventana de estructuración del Web-Hipre.
40. Ventana de resultados del Web-Hipre.