

TESIS DEFENDIDA POR
María de Jesús Pacheco Soto
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

Dr. Fernando Rojas Iñiguez

Codirector del Comité

Dra. Ana Isabel Martínez García

Codirector del Comité

Dr. Jesús Favela Vara

Miembro del Comité

Dr. Arturo Velázquez Ventura

Miembro del Comité

Dr. Jesús Favela Vara

*Jefe del Departamento del programa en
Ciencias de la Computación*

Dr. Federico Graef Ziehl

Director de Estudios de Posgrado

26 de noviembre del 2004

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN
SUPERIOR DE ENSENADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**SOPORTE A LA TOMA DE DECISIONES CON ENFOQUE A LA INGENIERÍA DE
PROCESOS**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

MARÍA DE JESÚS PACHECO SOTO

Ensenada, Baja California, México, Noviembre del 2004.

RESUMEN de la tesis que presenta **María de Jesús Pacheco Soto**, como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN. Ensenada, Baja California. Noviembre del 2004.

SOPORTE A LA TOMA DE DECISIONES CON ENFOQUE A LA INGENIERIA DE PROCESOS.

Resumen aprobado por:

Dr. Fernando Rojas Iñiguez
Codirector de Tesis

Dra. Ana Isabel Martínez García
Codirector de Tesis

La toma de decisiones es una actividad muy importante dentro de las organizaciones y para ayudar en esta tarea han surgido los Sistemas de Soporte a Decisiones (DSS por sus siglas en inglés). Actualmente existe una tendencia cada vez mayor de tomar decisiones de forma grupal, por lo tanto han surgido los Sistemas de Soporte a Decisiones Grupal (GDSS por sus siglas en inglés).

Dentro de las principales limitantes en el desarrollo de GDSS están la obtención efectiva del aspecto técnico, social y organizacional, y el establecimiento de una coordinación adecuada dentro del proceso de decisión; ya que hasta el momento el desarrollo de DSS y GDSS se ha basado principalmente en los aspectos técnicos de la decisión.

Relacionado con la obtención de elementos técnicos, sociales y organizacionales, existe una disciplina que estudia los procesos organizacionales llamada Ingeniería de Procesos (IP). Cuando se realiza un estudio de IP el enfoque que guía al mismo es una perspectiva socio-técnica, ya que las organizaciones están formadas por sistemas sociales (personas) y sistemas técnicos (herramientas, métodos, conocimiento).

El propósito de este trabajo de tesis, consiste en hacer uso de técnicas extraídas de la Ingeniería de Procesos y teoría de toma de decisiones, para desarrollar una metodología que permita estructurar y coordinar adecuadamente el proceso de toma de decisiones grupales, tomando en cuenta tanto el aspecto técnico de la decisión, como el social y el organizacional, con el fin de plantear los requerimientos genéricos de un GDSS, enfocados a lograr una mejor integración entre el sistema de soporte y las personas que intervienen en el proceso de decisión.

De tal forma que la metodología se representa por medio de fases, las cuales poseen actividades que detallan lo que se debe realizar para estructurar y coordinar problemas de decisión. Para realizar cada fase se requieren entradas y se producen salidas, las cuales representan entradas a fases posteriores. Además se sugieren técnicas para realizar las actividades de las fases.

Con el fin de explicar el uso de la metodología, ésta se aplica a un caso de estudio basado en un problema grupal de decisión existente al programar cirugías de traumatología en el sector salud. Así, por medio de las fases y actividades que propone la

metodología, se estudia este problema de decisión desde la perspectiva técnica, social y organizacional, proponiendo finalmente los requerimientos genéricos para la construcción de un GDSS, los cuales se basan en la necesidad -expuesta por la metodología- de dar soporte al manejo de información (acerca de médicos, horarios, pacientes, material, pedidos de materia, cirugías, criterios de decisión y programación de cirugías), manejo de modelos (modelo de optimización, modelo de análisis de decisiones multi-atributo, modelos de pronóstico), a la coordinación para la toma de decisión grupal (entre el Jefe de Cirugía y Jefa de CEYE), Workflow (para la pre-programación de cirugías, manejo de material, programación final) y elementos de flexibilidad que deben tener los tomadores de decisión (manipular las opciones de programación de cirugías, pesos para los criterios de decisión, eliminar la posible llegada de urgencias y duración de cirugía sugeridas por los modelos de pronósticos y estimar el tiempo de arribo del material).

Con el propósito de evaluar la efectividad de la metodología en cuanto a la obtención de elementos técnicos, sociales y organizacionales; y finalmente su representación en el GDSS, se realiza una evaluación preliminar con el grupo que toma las decisiones referentes a la programación de cirugías (caso de estudio), encontrándose aceptación por parte de los usuarios, además de que una de las opiniones principales por parte de ellos es que el GDSS se adapta a su forma de trabajo y sería de utilidad para el problema de decisión que se les presenta.

Palabras clave: Proceso de toma de decisiones, grupos, coordinación, estructuración, DSS, GDSS, procesos.

ABSTRACT of the thesis presented by **María de Jesús Pacheco Soto** as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in COMPUTER SCIENCES. Ensenada, Baja California, Mexico. November 2004.

DECISION MAKING SUPPORT WITH A PROCESS ENGINEERING APPROACH.

Decision making is an important activity inside organizations. To support this task, Decision Support Systems (DSS) have been developed. Also, nowadays there exist an increasing tendency in making decisions by groups; therefore Group Decision Support Systems (GDSS) have appeared.

Among the main limitations at developing GDSS are the ineffective gathering of the technical, social and organizational perspectives; and the establishment of an effective coordination of the decision process. At this time, the DSS and GDSS developed have been mainly based in the technical perspective of the decision.

On the other hand, there exists a discipline that studies organizational processes called Process Engineering (PE), which enables the gathering of the technical, social and organizational elements. When a study of PE is done, the approach that leads it is a socio-technical perspective, because the organizations are constituted by social (people) and technical systems (tools, methods, knowledge).

The aim of this work is to use techniques from PE and theory of decision making to build a methodology to structure and coordinate a group decision process in an effective manner, taking into consideration the technical, social and organizational perspectives, with the objective of establishing the generic requirements to build a GDSS, so that we achieve a better integration between the support system and the people involved in the decision process.

The presentation of the methodology is made through phases that have activities which describe what must be made to structure and coordinate decision problems. In each phase inputs are needed and products or outputs are produced, the last represent inputs to later phases. In addition, some techniques are suggested to perform the activities in each phase.

To explain the use of the methodology, this is applied to a case study based on a group decision problem that exists when surgeries in a hospital are programmed. Thus, with the phases and activities that the methodology proposes, the decision problem is studied from the technical, social and organizational perspective, and finally we obtain generic requirements to build a GDSS. These generic requirements, are based in the needs - stated by the methodology- to provide support to: information management (about doctors, schedules, patients, osteosynthesis materials, surgery material requests, surgeries, decision criteria and programmed surgeries), models' management (optimization, multi-attribute decision analysis, probabilistic), coordination to the group decision making (between the Surgery Doctor and CEYE Nurse), Workflow (to the

tentative programmed surgeries, material management, final programmed surgeries) and flexibility elements that should have the decision makers (manipulate the programming surgery options, change the decision criteria weights, eliminate the possible urgency arrival, modify the surgery duration suggested by the probabilistic models and estimate arrival times for the osteosynthesis materials).

With the purpose of evaluating the methodology effectiveness about the gathering of technical, social and organizational elements, and finally its representation in the GDSS, a preliminary evaluation with the group that makes decisions about programming surgeries was made (case study). In this evaluation, the users expressed acceptance of the GDSS developed, making remarking comments on the usefulness of the system on supporting the decision problem that they handle as the system reflects the natural way in which they work.

Keywords: Decision making process, groups, coordination, structuring, DSS, GDSS, processes.

Dedicatoria

A mis dos bonitas familias:

Padres Mauro y Olivia, hermanos Mónica, Pablo y Mauro,

a mi esposo Miguel y su familia.

Agradecimientos

A Dios, por todas sus bendiciones.

A Miguel,
por su amor, amistad, apoyo y consejos.

A mis directores de tesis Dr. Fernando Rojas Iñiguez y Dra. Ana Isabel Martínez García,
por su tiempo, enseñanza, guía y paciencia en esta experiencia de investigación.

A mi comité de Tesis: Dr. Jesús Favela Vara y Dr. Arturo Velázquez Ventura,
por sus valiosas aportaciones e interés.

Al Dr. Carlos Alberto Brizuela Rodríguez,
por su ayuda en materia de modelos de optimización.

A los Doctores del Departamento de Ciencias de la Computación, por la enseñanza y
formación que recibí.

Al personal médico del Hospital donde se realizó el caso de estudio,
por su buena disposición y tiempo al realizar las entrevistas, especialmente al:
Dr. Simitrio Rojas, Dr. Ramón Cortés, Dr. Víctor García Dávila, Sarita y Sandra.

A Caro y Lidia por su agradable y amabilidad.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su valiosa ayuda en el desarrollo de
México.

A los nuevos amiguitos y compañeros hechos por medio del CICESE, por brindarme su amistad y hacer que no pasara ningún día sin que me riera por sus ocurrencias: Ángel, Paty, Omar, Alfredo, Cristian, Adrián, Vero, Víctor, Marcela, Elisa Morán, Cynthia, Jazmín, Julio, Elisa, Rodrigo, Irma, Carlos Gómez, Luis Carlos, Roberto, Luis y Dante.

CONTENIDO

	Página
I. Introducción.....	1
I.1 Antecedentes.....	1
I.2 Planteamiento del problema.....	3
I.3 Objetivos.....	4
I.4 Metodología de trabajo.....	4
I.5 Contenido de la tesis.....	7
II. Ingeniería de Procesos y Toma de Decisiones.....	9
II.1 Introducción.....	9
II.2 Ingeniería de Procesos.....	9
II.2.1 Soporte de la Ingeniería de Procesos.....	10
II.2.2 Modelado de procesos organizacionales.....	11
II.2.3 Técnicas de Modelado de Procesos.....	13
II.2.3.1 Gráfica Rica.....	14
II.2.3.2 IDEF0.....	15
II.2.3.3 RAD.....	18
II.3 Toma de decisiones.....	21
II.3.1 Elementos.....	22
II.3.2 Perspectivas involucradas.....	25
II.3.3 Individuos y grupos tomadores de decisiones.....	26
II.4 Soporte a decisiones.....	27
II.5 Sistemas de soporte a la toma de decisiones.....	29
II.5.1 Componentes.....	29
II.5.2 Clasificación.....	31
II.6 Limitaciones del soporte a decisiones existente.....	33
II.6.1 Aspecto técnico, social y organizacional.....	34
II.6.2 Coordinación e Interacción.....	35
II.7 Resumen.....	36
III. Metodología para Estructurar el Proceso de Toma de Decisión.....	37
III.1 Introducción.....	37
III.2 Justificación de la propuesta metodológica.....	37
III.3 Generalidades de la metodología.....	38
III.3.1 Orientación.....	39
III.3.2 Visión general.....	40
III.3.3 Formato de presentación.....	44
III.4 Caso de Estudio.....	45
III.5 Fase 1: Estudio del ámbito del problema y modelado de los procesos...	46
III.6 Fase 2: Definición del problema de decisión.....	55
III.7 Fase 3: Identificación de los componentes del problema de decisión y	

CONTENIDO (Continuación)

	Página
realización de cambios necesarios.....	58
III.8 Fase 4: Establecimiento de los objetivos de decisión.....	85
III.9 Fase 5: Análisis del modelo de decisión adecuado.....	94
III.10 Fase 6: Estructuración del modelo del problema de decisión.....	98
III.11 Fase 7: Estructuración de elementos de coordinación y colaboración...	111
III.12 Fase 8: Desarrollo del soporte adecuado.....	118
III.13 Resumen.....	122
IV. Sistema de Soporte a Decisiones Grupal Resultante de la Aplicación de la Metodología al Caso de Estudio.....	124
IV.1 Introducción.....	124
IV.2 Requerimientos del GDSS.....	124
<i>IV.2.1 Requerimientos básicos de los GDSS.....</i>	<i>124</i>
<i>IV.2.2 Requerimientos obtenidos de la metodología en el contexto del caso de estudio.....</i>	<i>125</i>
IV.3 Arquitectura.....	127
IV.4 Escenario.....	128
IV.5 Delimitación del problema.....	130
IV.6 Diseño del GDSS.....	131
<i>IV.6.1 Casos de uso.....</i>	<i>131</i>
<i>IV.6.2 Diagramas de Secuencia.....</i>	<i>134</i>
<i>IV.6.3 Diagrama de Clases.....</i>	<i>137</i>
IV.7 Implementación.....	139
<i>IV.7.1 Coordinación de los agentes y del proceso de decisión.....</i>	<i>140</i>
<i>IV.7.2 Coordinación de los elementos para la decisión.....</i>	<i>141</i>
<i>IV.7.3 Generación de alternativas.....</i>	<i>142</i>
<i>IV.7.4 Modelos de pronóstico.....</i>	<i>143</i>
IV.8 Funcionalidad básica.....	144
IV.9 Resumen.....	151
V. Pruebas al GDSS y Evaluación Preliminar con los Usuarios.....	153
V.1 Introducción.....	153
V.2 Metodología para la realización de las pruebas.....	153
V.3 Relación de las pruebas con las características principales del GDSS.....	156
V.4 Descripción de las pruebas realizadas.....	156
<i>V.4.1 Pre-programación de cirugías.....</i>	<i>157</i>
<i>V.4.2 Coordinación al programar cirugías.....</i>	<i>158</i>
<i>V.4.3 Flexibilidad en cuanto a alternativas de programación de cirugías presentadas.....</i>	<i>161</i>
<i>V.4.4 Generación de alternativas de programación.....</i>	<i>163</i>
<i>V.4.5 Modelo de análisis de alternativas de programación de cirugías....</i>	<i>164</i>

CONTENIDO (Continuación)

	Página
<i>V.4.6 Modelos para estimación de incertidumbres</i>	167
V.5 Discusión de los resultados de la etapa de pruebas.....	170
V.6 Evaluación preliminar.....	171
<i>V.6.1 Actividades realizadas</i>	171
<i>V.6.2 Resultados</i>	171
V.6.2.1 Utilidad.....	172
V.6.2.2 Manejo de información.....	172
V.6.2.3 Manejo de incertidumbres.....	173
V.6.2.4 Facilidad de uso.....	173
V.6.2.5 Soporte a la decisión.....	173
V.6.2.6 Mejoras.....	174
<i>V.6.3 Discusión de resultados</i>	174
V.6 Resumen.....	174
VI. Conclusiones, Aportaciones y Trabajo Futuro	176
VI.1 Conclusiones.....	176
VI.2 Aportaciones.....	177
VI.3 Trabajo Futuro.....	179
Literatura Citada	181
Ligas de Internet citadas.....	184
Apéndice A. Técnicas de modelado de procesos organizacionales y problemas de decisión	186
Apéndice B. Metodología para estructurar y coordinar el proceso de toma de decisiones grupales	203
Apéndice C. Productos de la metodología	253
Apéndice D. Diseño del prototipo desarrollado	274

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Representación gráfica de la metodología de trabajo para la realización de la tesis.....	5
2	Representación Socio-Técnica de la Organización con las perspectivas involucradas.....	10
3	Ejemplo de Gráfica Rica de una parte del proceso de programación de cirugías de traumatología.....	15
4	Niveles de detalle para los procesos.....	17
5	Ejemplo de IDEF0 nivel 0.....	18
6	Ejemplo de IDEF0 nivel 1.....	18
7	Ejemplo de RAD, utilizando simbología básica, tal como: roles, inicialización de roles externos y no externos, actividades, interacciones, marcadores de estado.....	20
8	Ejemplo de RAD, utilizando simbología básica, tal como: rol, actividades, marcadores de estado, trayectorias paralelas y trayectorias alternativas.....	21
9	Clasificación de los problemas de decisión.....	23
10	Componentes de los DSS.....	31
11	Clasificación de los problemas de decisión de acuerdo al número de participantes y la interacción entre ellos. a) Toma de decisiones individual. b) Toma de decisiones de varios participantes.....	40
12	Metodología para la estructuración, coordinación y soporte del problema de toma de decisiones grupales.....	43
13	Formato de presentación de la metodología.....	44
14	Gráfica Rica del proceso de Traumatología.....	50
15	Fragmento del Diagrama de Interacción del proceso de Traumatología.....	51
16	Delimitación del proceso de Traumatología de acuerdo a lo que se	

conoce hasta el momento del problema..... 52

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
17	Fragmento Diagrama de Objetivos del proceso de Traumatología.....	53
18	RAD del subproceso de Programación de Cirugías de Traumatología.....	54
19	Gráfica Rica del proceso de Traumatología, con preocupaciones.....	55
20	Diagrama de Influencia del problema de programación de cirugías de traumatología.....	59
21	Parte del modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología.....	62
22	Relación entre un Modelo Global de Decisión y un RAD de Actividades Internas a la Decisión.....	63
23	Fragmento del RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.....	64
24	Fragmento del Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.....	65
25	Ejemplo del sub-proceso del Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.....	66
26	Delimitación del proceso de Traumatología de acuerdo al análisis del problema de decisión.....	68
27	RAD del subproceso “Programación tentativa de cirugías de traumatología” indicando la actividad en donde se lleva a cabo una decisión.....	69
28	RAD del subproceso “Programación de cirugías de traumatología” indicando la actividad en donde se lleva a cabo una decisión.....	69
29	Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología.....	71
30	RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de	

Cirugía.....	72
--------------	----

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
31	RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, sub-proceso “Seleccionando a pacientes de lista de espera para llenar huecos de programación”.....	73
32	Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.....	77
33	Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología, con criterios e incertidumbres incluidas.....	79
34	Parte del Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, correspondiente al rediseño realizado.....	84
35	Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología, con criterios, incertidumbres y objetivos incluidos.....	92
36	Serie de actividades para determinar el ó los modelos de decisión adecuados.....	95
37	Histograma de la duración de las “Osteosíntesis de Radio”.....	105
38	Histograma normalizado y acumulativo de la duración de las “Osteosíntesis de Radio”.....	106
39	Diagrama de transición de estados para Jefe de Cirugía al decidir la fecha definitiva de cirugía.....	116
40	Diagrama de transición de estados para Jefa de Ceye al decidir la fecha definitiva de cirugía.....	116
41	Arquitectura del GDSS.....	128
42	Diagrama de casos de uso para el GDSS referentes al usuario.....	132
43	Diagrama de casos de uso para llevar a cabo la coordinación y el soporte a la decisión en el GDSS.....	134

44	Diagrama de secuencia del caso de uso Programar tentativamente la fecha de cirugía.....	135
----	---	-----

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
45	Diagrama de secuencia de parte del caso de uso Programar cirugía.....	136
46	Diagrama de secuencia de parte del caso de uso Programar de cirugía, mostrando particularmente la interacción.....	137
47	Diagrama de clases del GDSS.....	138
48	Diagrama de clases de la coordinación de roles.....	141
49	Diagrama de clases para el coordinador de la decisión.....	142
50	Parte de diagrama de clases para el uso de modelos de pronóstico.....	144
51	Pantalla de inicio.....	145
52	Pantalla principal de la Secretaria.....	145
53	Interfaz de usuario para introducir datos del paciente a pre-programar.....	146
54	Calendario de horas disponibles para pre-programación.....	147
55	Pantalla en donde es posible agregar pacientes para programación de la lista de espera.....	148
56	Interfaz de usuario por medio de la cual la Jefa de Ceye puede verificar el material.....	149
57	Interfaz para cambiar ajustar los criterios de programación.....	149
58	Interfaz de usuario que muestra las alternativas generadas y provee los mecanismos para analizar las alternativas y elegir la deseada.....	151

59	Muestra que los datos del paciente pre-programado fueron almacenados en la base de datos.....	157
60	Pantallas presentadas al Jefe de Cirugía y Jefa de Ceye al iniciar la programación de cirugías.....	158

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
61	Pantallas mostradas a cada rol, hasta el momento en que el Jefe de Cirugía se dispone a solicitar disponibilidad de material a la Jefa de Ceye.....	159
62	Pantallas mostradas a cada rol cuando el Jefe de Cirugía solicita la disponibilidad de material a la Jefa de Ceye.....	160
63	Pantallas que aparecen a los roles cuando la Jefa de Ceye proporciona al Jefe de Cirugía la información acerca de la disponibilidad de material de los pacientes.....	161
64	Muestra la selección de las alternativas a visualizar y cómo estas son visualizadas.....	162
65	Muestra la generación de otra alternativa al mover el orden de los pacientes y poder regresar a la original.....	163
66	Muestra la utilidades obtenidas con el algoritmo original y con un ordenamiento al azar.....	164
67	Muestra la variación en utilidades cuando se mueven los pacientes de un día para otro.....	165
68	Muestra cómo se modifica la utilidad global cuando se cambia el peso del criterio del costo y del social.....	167
69	Muestra que se está tomando en cuenta el modelo para estimar la duración de cirugías y que se registro dicho duración en la pre-programación.....	168
70	Muestra las posibles urgencias que puede haber, la hora en que pueden suceder y la duración.....	169
71	Muestra la realización del pronóstico de material y cómo es tomado en cuenta para llevar a cabo el pedido del mismo.....	170

72	Ejemplo de Gráfica Rica de una parte del proceso de programación de cirugías de traumatología.....	187
73	Niveles de detalle para los procesos.....	189
74	Ejemplo de IDEF0 nivel 0.....	189

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
75	Ejemplo de IDEF0 nivel 1.....	190
76	Ejemplo de RAD, utilizando simbología básica, tal como: roles, inicialización de roles externos y no externos, actividades, interacciones, marcadores de estado.....	192
77	Ejemplo de RAD, utilizando simbología básica, tal como: rol, actividades, marcadores de estado, trayectorias paralelas y trayectorias alternativas.....	192
78	Diagrama de Influencia del problema de programación de cirugías de traumatología.....	193
79	Parte del modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología.....	195
80	Fragmento del RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.....	196
81	Relación entre un Modelo Global de Decisión y un RAD de Actividades Internas a la Decisión.....	197
82	Fragmento del Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.....	198
83	Diagrama de transición de estados para Jefa de Ceye al decidir la fecha definitiva de cirugía.....	199
84	Fragmento del Diagrama Detallado de Decisión.....	200
85	Diagrama de Interacción de una parte del proceso de Traumatología.....	201

86	Ejemplo de Diagrama de Objetivos.....	202
87	Gráfica Rica del proceso de Traumatología.....	258
88	Diagrama de Interacción del proceso de Traumatología.....	259
89	Delimitación del proceso de Taumatología.....	260

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
90	RAD del proceso de programación de cirugías de traumatología.....	261
91	Gráfica Rica del proceso de Traumatología, con preocupaciones.....	262
92	Delimitación del proceso de Traumatología de acuerdo al análisis del problema de decisión.....	263
93	RAD del subproceso “Programación tentativa de cirugías de traumatología” indicando la actividad en donde se lleva a cabo una decisión.....	264
94	RAD del subproceso “Programación de cirugías de traumatología” indicando la actividad en donde se lleva a cabo una decisión.....	264
95	Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.....	265
96	Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología, con criterios e incertidumbres incluidas.....	266
97	Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, correspondiente al rediseño realizado.....	268
98	Diagrama de transición de estados para Jefe de Cirugía al decidir la fecha definitiva de cirugía.....	271
99	Diagrama de transición de estados para Jefa de Ceye al decidir la fecha definitiva de cirugía.....	271
100	Diagrama de casos de uso para el GDSS referentes al usuario.....	274

101	Diagrama de casos de uso para llevar a cabo la coordinación y el soporte a la decisión en el GDSS.....	274
102	Diagrama de secuencia del caso de uso Programar tentativamente la fecha de cirugía.....	275
103	Diagrama de secuencia de parte del caso de uso Programar cirugía.....	276

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
104	Diagrama de secuencia de parte del caso de uso Programar de cirugía, mostrando particularmente la interacción.....	276
105	Diagrama de clases del GDSS.....	277

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Notación usada al construir Gráficas Ricas.....	14
II	Notación usada para modelar procesos usando IDEF0.....	16
III	Notación usada al construir RAD's.....	19
IV	Notación usada al construir Diagramas de Influencia.....	59
V	Notación usada al construir Modelos Globales de Decisión.....	61
VI	Elementos adicionales al RAD de Actividades Internas a la Decisión, usados en la construcción de los Modelos Globales de Decisión	64
VII	Fragmento del Diccionario de Información Utilizada para la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía referente a la información “4: Datos paciente”.....	75
VIII	Fragmento del Diccionario de Información Utilizada para la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía referente a la información “4: Hoja de pre-programación”.....	75
IX	Clasificación de objetivos tomados y no tomados en cuenta en la Decisión de la Fecha Tentativa de Cirugía	89
X	Clasificación de objetivos tomados y no tomados en cuenta en la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía	89
XI	Recopilación de los modelos de decisión a utilizar para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología	98
XII	Estructuración del Modelo de Decisión Multi-Atributo para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología	101
XIII	Estructuración del Modelo de Decisión Multi-Atributo para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología.....	107
XIV	Notación para la construcción de Diagramas de Transición de Estados	115

LISTA DE TABLAS (continuación)	
Tabla	Página
XV	Relación Modelo – Agente del problema de decisión de la fecha definitiva de cirugía 117
XVI	Relación entre requerimientos básicos de los GDSS y requerimientos de la metodología 127
XVII	Ejemplo de registros de la base de datos de Pronostico 144
XVIII	Pantallas presentadas al Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye al inicial la programación de cirugías 147
XIX	Relación entre las características y las pruebas definidas en la metodología para la realización de las pruebas..... 156
XX	Condensado de los resultados obtenidos en la evaluación preliminar del GDSS..... 172
XXI	Notación usada al construir Gráficas Ricas..... 186
XXII	Notación usada para modelar procesos usando IDEF0..... 188
XXIII	Notación usada al construir RAD's..... 190
XXIV	Notación usada al construir Diagramas de Influencia 193
XXV	Notación usada al construir Modelos Globales de Decisión 194
XXVI	Elementos adicionales al RAD de Actividades Internas a la Decisión, usados en la construcción de los Modelos Globales de Decisión 198
XXVII	Notación para la construcción de Diagramas de Transición de Estados 199
XXVIII	Fragmento del Diccionario de Información Utilizada para la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía referente a la información “4: Hoja de pre-programación”..... 200
XXIX	Notación usada para la construcción de los Diagramas de Interacción..... 201

XXX	Notación usada para la construcción de los Diagramas de Objetivos.....	202
-----	--	-----

LISTA DE TABLAS (continuación)

Tabla		Página
XXXI	Recopilación de los modelos de decisión a utilizar para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología	269

Capítulo I. Introducción

I.1 Antecedentes

La toma de decisiones es una parte integral de cualquier organización (Harrison, 1975), ésta es importante en todas las funciones y niveles administrativos, ya que en una organización, se toman decisiones por los directores, mandos medios y personal operativo (French, 1998).

Una de las definiciones más comunes para el término “toma de decisiones” es:

“Hacer una estimación respecto a lo que se debería de hacer en cierta situación después de haber deliberado en algunos cursos alternativos de acción” (Ofstad, 1961).

Actualmente, las decisiones más importantes en una organización son tomadas por equipos y no por individuos, ya que los ambientes de decisión a los que se enfrentan las organizaciones actualmente, hacen cada vez más difícil que la toma de decisiones individual considere todos los aspectos relevantes de un problema y como resultado muchas organizaciones emplean grupos de toma de decisiones (Marakas, 2003).

Es evidente el hecho del amplio uso e importancia de la toma de decisiones, por lo que se requiere tomar decisiones acertadas, pero esto con frecuencia es difícil y aunque el trabajo en grupo para la toma de decisiones tienen ventajas, como una mayor experiencia, puntos de vista variados y enriquecedores; también posee desventajas como la necesidad de una coordinación adecuada, consensos, satisfacción general con la decisión final, etc.

En general, la toma de decisiones es una actividad compleja debido a que involucra personas que tienen diferentes roles (conjunto de actividades que son asignadas a humanos o máquinas -que realizan un proceso elemental-, como una unidad de responsabilidad funcional) y por consecuencia diferentes perspectivas del problema –cuando se trata de grupos-, incertidumbre y riesgos al tomar las decisiones, pérdidas y ganancias como consecuencia de la decisión, tiempos limitados en realizarlas y factores subjetivos involucrados.

Buscando disminuir esta complejidad y en general, buscando mejorar la efectividad en la toma de decisiones se han realizado estudios en diversas áreas de investigación que van desde estadística, investigación de operaciones, matemáticas, psicología, sociología, teoría organizacional, ciencias del comportamiento, ciencias de la computación; entre otras.

Particularmente de la investigación realizada en ciencias de la computación, se desprenden los llamados Sistemas de Soporte a Decisiones (DSS por sus siglas en inglés) los cuales se definen por ser un sistema interactivo basado en computadora, especialmente desarrollado para dar soporte a problemas de decisión. En cuanto a los sistemas que brindan soporte a

decisiones grupales, estos son llamados Sistemas de Soporte a la Toma de Decisiones Grupales (GDSS por sus siglas en inglés).

En un DSS diferentes componentes determinan la efectividad del soporte. Actualmente, dentro de esos elementos a tomar en cuenta están la información manejada, la que se necesita producir, los modelos de decisión¹ adecuados y el proceso de decisión que guiará las actividades dentro del DSS. Los anteriores son conocidos como aspectos técnicos de la decisión.

Existen otros dos aspectos que deberían ser considerados en la toma de decisiones, los cuales son el aspecto social y el organizacional. Al desarrollar los DSS's, es deseable incluir estos dos últimos aspectos, al tomar en cuenta las inquietudes de los individuos participantes, sus interacciones, experiencia, etc. Pero hasta el momento, el desarrollo de DSS se ha basado principalmente en los aspectos técnicos de la decisión (Shim *et al*, 2002) y los GDSS no escapan a esta tendencia o incapacidad.

Por lo tanto, actualmente se tiene la necesidad de un soporte para la toma de decisiones que posea una visión más real de los problemas, logrando en primer lugar, extraer tanto elementos técnicos, como sociales y organizacionales del contexto de decisión; y en segundo lugar representar estos elementos en el DSS que se desarrolle.

Además, como ya se mencionó, cuando se trata de grupos esto se complica porque existen aspectos sociales y organizacionales a tomar en cuenta, no sólo del problema sino del grupo, como la necesidad de un soporte explícito en cuanto a la coordinación, comunicación y colaboración de los participantes, en el flujo de trabajo. Por lo tanto, el desarrollo de GDSS que incluya estos aspectos es una tarea más difícil y eventualmente tiene que realizarse.

Asimismo, también se expone que al desarrollar un GDSS, se debería dar un valor especial a la experiencia que tienen los tomadores de decisión en el problema, integrándola de forma adecuada a tecnologías usadas en la construcción de GDSS (Shim *et al*, 2002).

En este sentido, las formas que han existido para extraer los elementos del contexto de decisión, cuando se va a desarrollar un GDSS, se basan en utilizar el análisis de decisiones para estudiar el problema de decisión al cual se le piensa brindar soporte. Pero el problema de utilizar el análisis de decisiones es que, aunque éste trata de estudiar aspectos sociales de la decisión -como la perspectiva que el tomador de decisiones tiene acerca del problema-, lo hace de manera general (sin indicar detalles de cómo hacerlo), de forma individual y no como un grupo que se coordina, comunica y colabora para tomar una decisión.

¹ Modelo de decisión es una representación o abstracción del problema de decisión. Este es comúnmente simplificado debido a que la realidad es demasiado compleja para representarla exactamente.

Entonces, dado que los GDSS se desarrollan partiendo de un análisis del problema, la perspectiva técnica ha dominado el desarrollo de los GDSS, hasta el momento. Por lo que, creemos necesario contar con un mecanismo que permita estudiar problemas grupales de decisión y que haga un énfasis particular en obtener tanto aspectos técnicos, como sociales y organizacionales del problema, así como en definir una adecuada coordinación entre el grupo; buscando que todo esto sirva de base en el desarrollo de GDSS.

I.2 Planteamiento del problema

Considerando que particularmente la toma de decisión grupal es la más utilizada para resolver los problemas de decisión que se presentan en las organizaciones y al mismo tiempo que el desarrollo de GDSS presenta una necesidad de soporte adecuado, este trabajo de tesis se centra en el soporte a grupos de toma de decisiones.

Para el desarrollo de un soporte adecuado para el grupo tomador de decisiones, existe la necesidad actual de buscar formas de que la perspectiva técnica, social y organizacional del contexto de decisión se vea reflejada en el soporte propuesto (Shim *et al.*, 2002); teniendo en cuenta que la colección de datos existentes del problema de decisión es una de las tareas más difíciles al estudiar un problema de decisión (Turban, 1995). Igualmente, dadas las necesidades de los GDSS, se requiere soporte explícito en cuanto a la coordinación, comunicación y colaboración.

Buscando manejar estas necesidades, surge la necesidad de hablar de una de las disciplinas orientadas a estudiar diversos aspectos dentro de ambientes organizacionales, dicha disciplina es la Ingeniería de Procesos (IP por sus siglas). Específicamente la IP es el nombre que se le da al conjunto de técnicas para el análisis, diseño y evolución de los procesos² haciendo uso del modelado de procesos (Warboys *et al.*, 1999). Así, por medio del enfoque a procesos es posible estudiar a las organizaciones desde el punto de vista técnico y social, ya que las organizaciones se conceptualizan como sistemas socio-técnicos.

De tal forma que consideramos a la IP como una herramienta adecuada para obtener las diferentes perspectivas organizacionales, personales y técnicas de la decisión, e integrarlas en un GDSS. Además, para desarrollar estas perspectivas de los problemas de decisión, James F. Courtney (Courtney, 2001) propone se utilicen técnicas de diagramación para representar elementos y relaciones, lo cual también concuerda con el enfoque que propone la IP de usar herramientas de diagramación para el modelado de procesos.

Cabe destacar que aunque existen varias metodologías para llevar a cabo estudios de IP, éstas son muy generales y ninguna posee un enfoque específico en procesos de toma de decisiones, por lo que al realizar un estudio de IP sobre un proceso de decisión no se garantizaría la obtención de elementos propios de la decisión, tales como: incertidumbres, variables de decisión, objetivos, alternativas, etc.

² Proceso.- Conjunto de roles que colaboran y llevan a cabo actividades parcialmente ordenadas, con la finalidad de alcanzar algunas metas comunes (Curtis *et al.*, 1992)

Por lo tanto, se propone utilizar ciertas técnicas y enfoques de la IP y de métodos de toma de decisiones existentes, para reunir los datos necesarios –desde la perspectiva técnica, social y organizacional- de problemas de decisión grupal, para desarrollar una metodología que permita estructurar y coordinar adecuadamente el proceso de toma de decisiones (definición del problema, generación de alternativas, desarrollo del modelo, análisis de alternativas y elección) tomando en cuenta también a los grupales, con el fin de desarrollar un GDSS que refleje estas perspectivas y lograr una mejor integración entre el sistema de soporte y las personas que intervienen en el proceso de decisión.

Con el fin de buscar solución al problema planteado, el cual básicamente es la necesidad de obtener y tomar en cuenta de forma efectiva las perspectivas técnicas, sociales y organizacionales de los problemas de decisión grupales, tomando en cuenta que la obtención de los datos del problema es una de las tareas más difíciles al analizar un problema y que los grupos de decisión presentan necesidades de soporte explícito en cuanto a la coordinación, comunicación, colaboración y manejo de información; nos hemos fijado algunos objetivos que permitan guiar el trabajo de esta investigación. Estos objetivos se presentan a continuación.

I.3 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo de tesis es establecer una metodología para la toma de decisiones con enfoque a la ingeniería de procesos como base para el desarrollo de sistemas de soporte grupales, con una perspectiva socio-técnica en las fases de formulación y estructuración del problema de decisión. Los objetivos específicos que se proponen son:

- Desarrollar un modelo integrado por las fases adecuadas para el estudio de problemas de decisión grupal, tomando en cuenta los aspectos técnicos, sociales, organizacionales del problema y la coordinación entre los diferentes actores.
- Buscar un escenario en el contexto real donde se pueda evaluar la metodología y los requerimientos de soporte resultantes.
- Desarrollo de un prototipo de GDSS que utilice la estructura del proceso de toma de decisión propuesta.

I.4 Metodología de trabajo

La metodología de trabajo que se sigue en esta tesis para lograr el objetivo principal se basó en varias fases, cuya representación gráfica se muestra en la Figura 1. En primer lugar se llevó a cabo una revisión de literatura relacionada a la toma de decisiones y a la IP, el objetivo de esta revisión fue primeramente conocer el estado del arte y antecedentes en cuanto a soporte a la toma de decisiones e identificar qué elementos podrían ser de utilidad para la construcción de la metodología. La revisión de literatura de IP se centró en conocer el enfoque que presenta para el estudio de los procesos organizacionales, identificar cómo toma en cuenta aspectos sociales y técnicos de los procesos estudiados, la perspectiva que

adopta para sugerir rediseños en los mismos y finalmente los diferentes niveles de soporte que surgen de un estudio de IP.

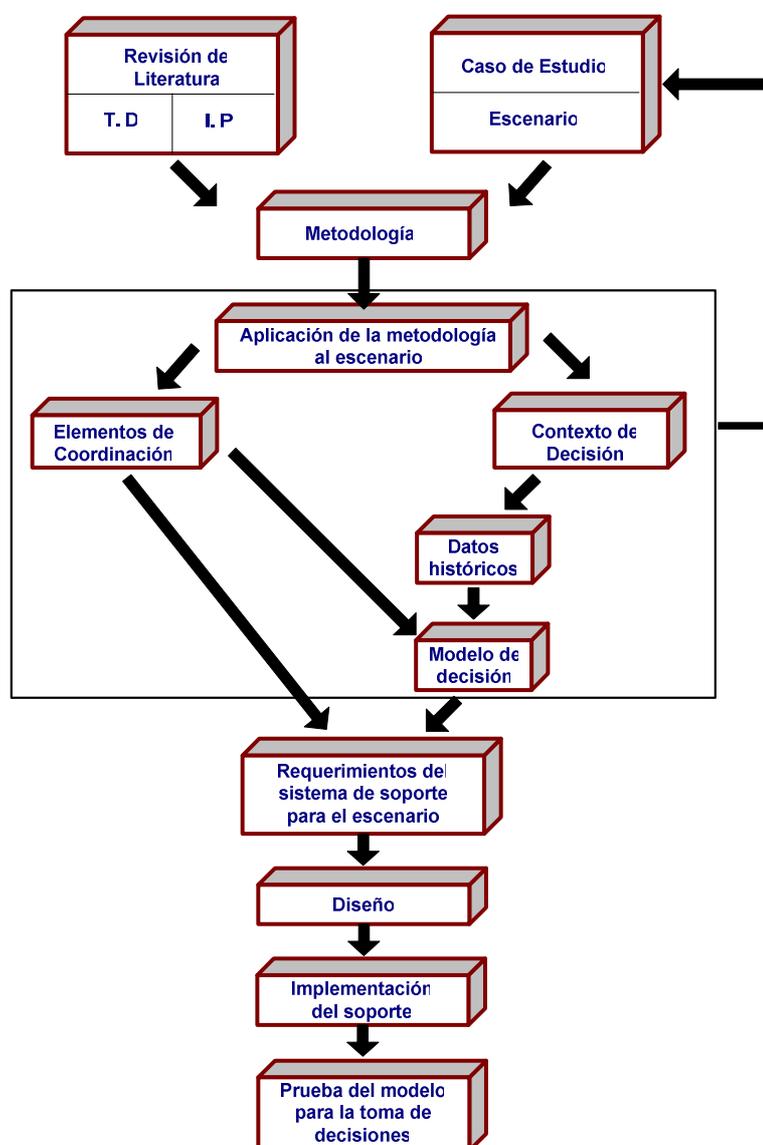


Figura 1. Representación gráfica de la metodología de trabajo para la realización de la tesis.

Por otro lado, también se realizó un caso de estudio en un hospital de la localidad en el área de Traumatología exclusivamente en la Programación de Cirugías. Las características que se buscan de los escenarios de este caso de estudio son: toma de decisiones entre dos o más personas, necesidad de tomar decisiones en ambientes con elementos sociales, tales como inquietudes personales, objetivos personales, etc., y técnicos, tales como, datos tomados de información organizada existente, criterios de decisión fácilmente valorados, etc., necesidad de coordinación entre los miembros del grupo involucrados en la decisión,

también el problema de decisión debía tener algunos elementos tales como: certidumbre o incertidumbre al tomar decisiones, criterios de decisión no definidos claramente, etc., ambientes que llevan a cabo una toma de decisiones que requiriera el uso de información registrada en bitácoras, registros o bases de datos e información que no pudiera ser valorada fácilmente como criterios o experiencias personales, intuición, etc.

De tal forma que, estas características fueron extraídas y apoyaron la construcción de la metodología al plantear situaciones reales que se presentan en la decisión.

Con la metodología a desarrollar se propone extraer los principales aspectos técnicos, sociales y organizacionales de los problemas de decisión grupal, establecer una adecuada estructura en cuanto a la coordinación y comunicación requerida y por último establecer el soporte adecuado al problema; su construcción se basó tanto en elementos -de IP y de toma de decisiones- extraídos de la literatura como de elementos extraídos del caso de estudio. Específicamente algunos de los elementos extraídos de la IP para la construcción de la metodología son: la idea de modelar los procesos para lograr un buen entendimiento y estructura, el tomar en cuenta las perspectivas y preocupaciones de los involucrados en los procesos, la coordinación de roles requerida al realizar los procesos, la identificación de un soporte adecuado, etc. En cuanto a los elementos extraídos de la literatura de toma de decisiones para la construcción de la metodología, están: la información manejada en la toma de decisiones, los criterios, objetivos, modelos, incertidumbres, etc.

La construcción de la metodología fue un proceso cíclico, ya que una vez que ésta se iba creando, se aplicaba al problema de decisión del caso de estudio y se identificaban posibles mejoras a la metodología, en cuanto a la necesidad de actividades nuevas e información que se requiere obtener del contexto de decisión, así como necesidades de diagramas de decisión que tuvieran un enfoque en los roles participantes y en representar más elementos de decisión que los existentes.

Por otro lado, al aplicar la metodología al escenario del caso de estudio, el problema de decisión iba tomando estructura, por un lado se iba estructurando el contexto de decisión, es decir se iba conociendo la información necesaria para la decisión, los criterios, incertidumbres, objetivos personales, inquietudes de los tomadores de decisión etc., y por otro lado se iban identificando los elementos para coordinar el problema grupal de decisión, por ejemplo, los participantes, sus interacciones, la coordinación del acceso a recursos para la toma de decisiones, como la información manipulada, etc.

Conforme se tenían los elementos de coordinación, el contexto de decisión (actividades, objetivos, resultados, incertidumbres, involucrados, responsabilidades, etc.) y la evaluación de los datos históricos para saber si se podían manejar las incertidumbres en el problema; fue posible ir construyendo el modelo de decisión que ayudaría a analizar las diferentes alternativas que se tuvieran en el problema.

De esta forma, a partir de los elementos de coordinación y de los elementos que formaron el modelo de decisión fue posible obtener los requerimientos del sistema de soporte a decisiones específico para el escenario estudiado, tales como: roles, estados, actividades, objetivos, modelos, información, etc. Enseguida fue realizado el diseño para el GDSS, el cual partió de los requerimientos obtenidos de la metodología y de la literatura; y después se llevó a cabo la implementación del mismo.

También, se realizaron pruebas de funcionalidad al modelo para la toma de decisiones, que fue implementado en el GDSS, además de otras pruebas determinadas como importantes, como la coordinación. Para finalizar, se realizó una evaluación preliminar con los usuarios, con el fin de conocer su opinión acerca de la utilidad y soporte a la decisión del GDSS desarrollado para dar soporte a la toma de decisiones en la programación de cirugías de traumatología, y por lo tanto para validar de forma indirecta, la metodología que fue la base para la obtención de requerimientos para el desarrollo del GDSS.

I.5 Contenido de la tesis

El contenido de esta tesis está organizado en seis capítulos y cuatro apéndices, los cuales se describen brevemente a continuación:

En el capítulo II se establecen los conceptos básicos del presente trabajo de tesis, tales como ingeniería y modelado de procesos, soporte de la ingeniería de procesos, toma de decisiones, soporte a la toma de decisiones incluyendo a los DSS y GDSS, elementos de los problemas de toma de decisiones. Además se da a conocer las limitantes que aún existe en el soporte a decisiones y cómo podría mejorarse esto haciendo uso de la ingeniería de procesos.

En el capítulo III se presenta la metodología propuesta para estructurar y coordinar el proceso de toma de decisión grupal, además de proporcionar las bases para el desarrollo de GDSS. Se comienza con una breve justificación de la propuesta metodológica, en donde se enfatiza el uso de técnicas usadas en la IP para la construcción de GDSS y el entendimiento del problema de decisión. La metodología es presentada haciendo uso del caso de estudio realizado en el hospital de la localidad, específicamente en el problema que se presenta al programar cirugías de traumatología. En este capítulo se presentan los detalles suficientes de la metodología para su futura aplicación. Además se explica los diagramas para modelar contextos de decisión, creados y mejorados en este trabajo de tesis, así como su uso en el contexto de estudios de problemas reales. En cuanto a la metodología se detallan todas las fases y actividades que son necesarias llevar a cabo para estructurar un problema de decisión, así como los productos que se obtienen de realizar cada fase y finalmente, sugerir el soporte adecuado al mismo.

En el capítulo IV, partiendo de los elementos de análisis y diseño de alto nivel para la construcción del GDSS, obtenidos de la aplicación de la metodología al caso estudiado en el hospital, se presenta el análisis y diseño del GDSS. Además se muestran algunas características de la implementación de dicho prototipo.

En el capítulo V se presentan las pruebas de funcionalidad practicadas al prototipo de GDSS y la evaluación preliminar que se realizó con los posibles usuarios del GDSS. El objetivo de las pruebas de funcionalidad es asegurarnos que el GDSS desarrollado cumple con los requerimientos usados para su construcción. El objetivo de la evaluación con los usuarios es conocer su perspectiva respecto a la utilidad y soporte a la decisión del GDSS desarrollado; y validar de forma indirecta la metodología que fue la base para la obtención de requerimientos para el desarrollo del GDSS.

En el capítulo VI se dan a conocer las conclusiones, aportaciones y trabajo futuro de la tesis.

En el Apéndice A se dan a conocer algunas de las principales técnicas de modelado de procesos que se sugiere sean usadas a lo largo de la metodología con el fin de estructurar el proceso de decisión. En el apéndice B se encuentra la versión detallada de la metodología, en donde se presenta la metodología de una forma estructurada, indicando los objetivos, entradas, actividades y salidas de cada fase. En el apéndice C se localizan todos los productos o salidas de cada una de las fases de la metodología, estos productos pueden ser documentos, diagramas, etc. Por último, en el apéndice D se muestra el diseño del prototipo desarrollado, incluyendo casos de uso, diagramas de secuencia y diagramas de clases.

Capítulo II. Ingeniería de Procesos y Toma de Decisiones

II.1 Introducción

En este capítulo se establecen los conceptos básicos de este trabajo de tesis y se comienza con una descripción de lo que es la Ingeniería de Procesos (IP por sus siglas) y el modelado de procesos, lo cual es muy importante porque es uno de los elementos que más da fuerza a la tesis. El objetivo en este capítulo es proporcionar además, una introducción al área de toma de decisiones y al soporte computacional existente para esta tarea, así como resaltar en qué sentido la ingeniería de procesos puede contribuir en el entendimiento, análisis de un problema de decisión y el desarrollo de sistemas de soporte a decisiones. Para lograrlo, además de tratar la ingeniería de procesos, el modelado y los logros que se obtienen de aplicarla, se expone lo que es la toma de decisiones y su importancia a nivel individual y organizacional, además se presentan conceptos y elementos claves de la toma de decisiones y el soporte. Enseguida se explican algunas formas de soporte a decisiones de diferentes disciplinas, incluyendo a los DSS; los cuales son los sistemas interactivos basados en computadora que brindan soporte a la toma de decisión. También se dan a conocer los aspectos técnicos, sociales y organizacionales que intervienen en las decisiones, destacando cuáles de éstos son tomados en cuenta por los sistemas de soporte existentes y la cuáles no lo son, así como la importancia de incluirlos todos.

En cuanto a los DSS se da a conocer una de las taxonomías para clasificar a este tipo de sistemas, resaltando especialmente a los sistemas de soporte a decisiones grupales, debido a que son éstos una de las partes centrales de esta tesis. Así mismo se enfatizan las limitaciones que tienen estos sistemas.

II.2 Ingeniería de Procesos

En la actualidad las organizaciones se encuentran inmersas en un ambiente globalizado y cambiante que propone retos cada vez mayores. Esto está sucediendo desde hace ya más de una década y por lo tanto han surgido estrategias para adaptarse y responder a ese cambio. Estas estrategias se enfocan, en primera instancia, en el conocimiento de la empresa.

El problema de representar, analizar y administrar el conocimiento acerca de una empresa y sus procesos siempre ha sido muy importante. Los estudios que se han hecho se enfocan en mejorar el entendimiento de las organizaciones y sus procesos, facilitando el diseño y análisis de éstos y dando soporte para administrarlos (Koubarakis y Plexousakis, 2002).

Una de las disciplinas que colabora en el entendimiento de los procesos organizacionales es la Ingeniería de Procesos (IP por sus siglas), la cual es definida como una colección de técnicas para el análisis, diseño y evolución de los procesos basados en el uso de modelado

de procesos (Warboys *et al.*, 1999). Pero antes de continuar, resulta importante definir lo que es un proceso.

De acuerdo con Curtis *et al.* (Curtis *et al.*, 1992), un **proceso**, es un conjunto de roles³ que colaboran y llevan a cabo actividades parcialmente ordenadas, con la finalidad de alcanzar algunas metas comunes.

De tal forma que, por medio del enfoque a procesos es posible estudiar a las organizaciones desde el punto de vista técnico y social, ya que las organizaciones se conceptualizan como sistemas socio-técnicos. Desde la perspectiva **técnica** se estudia la logística del proceso, las técnicas para su ejecución, herramientas, métodos, conocimiento y la información manipulada; por otro lado, por medio de la perspectiva **social** se considera al personal que conforma a las organizaciones, sus preocupaciones, responsabilidades y la forma en que se coordinan para llevar a cabo los diferentes procesos. La Figura 2 muestra estas perspectivas así como la visión integradora, es decir, la perspectiva de procesos, la cual une a la técnica y social, al estudiar cómo las personas llevan a cabo sus actividades para lograr los objetivos de la empresa.

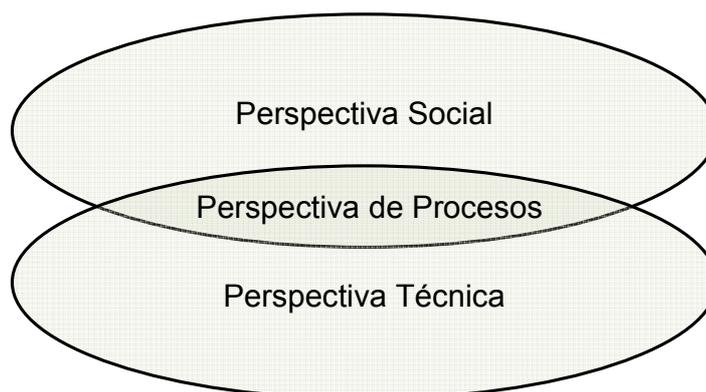


Figura 2. Representación Socio-Técnica de la Organización con las perspectivas involucradas.

Al realizar un estudio en una organización usando IP, se logra primero entender y eventualmente dar soporte a los procesos. Los diferentes tipos de soporte que se pueden proporcionar se mencionan a continuación.

II.2.1 Soporte de la Ingeniería de Procesos

La IP proporciona soporte al proceso en diferentes grados, ya que facilita el entendimiento y comunicación entre los humanos, da soporte a la mejora del proceso, brinda soporte a la administración del proceso, proporciona una guía al llevar a cabo el proceso y por último brinda un soporte para la ejecución automatizada del proceso (Curtis *et al.*, 1992).

³ Rol es un conjunto de actividades que son asignadas a humanos o máquinas -que realizan un proceso elemental-, como una unidad de responsabilidad funcional.

En cuanto a éste último punto, resulta muy importante destacar que la IP, efectivamente, brinda soporte para llevar a cabo el proceso de forma automatizada. Para empezar, al estar analizando y mejorando los procesos, la IP ayuda en la selección e incorporación de tecnología en un proceso. En este mismo sentido es posible identificar qué porciones del proceso pueden ser automatizadas. Por otro lado, como los procesos son llevados a cabo por varias personas, la IP ayuda a estudiar las necesidades y preocupaciones de esas personas, la cooperación adecuada para llevar a cabo dichos procesos y a partir de esto brinda soporte al trabajo cooperativo entre individuos y equipos al automatizar el proceso. Más aún, al estar automatizado el proceso adecuadamente, se refuerzan las reglas para asegurar la integridad del mismo (Curtis *et al.*, 1992).

Cabe enfatizar que esto es de gran importancia para el desarrollo de Tecnologías de Información (TI) adecuadas a la forma de trabajo de los usuarios, ya que por medio de las técnicas para el análisis, diseño y evolución de los procesos que brinda la IP, en lugar de enfocarse solamente en el comportamiento del usuario al nivel de la interfaz o en el flujo y transformación de los datos dentro del sistema, también se enfoca en la interacción entre agentes⁴ (Curtis *et al.*, 1992).

Por lo tanto, por medio del enfoque de la IP es posible estudiar cualquier proceso organizacional -tomando en cuenta el aspecto social y el técnico- y si es el caso, proponer un soporte automatizado basado en TI. En este sentido y con base en la propuesta de esta tesis es posible utilizar la IP para estudiar el proceso de toma de decisiones organizacionales y proponer un soporte computacional adecuado basado en TI, ya que una de las principales limitantes en el desarrollo de Sistemas de Soporte a Decisiones Grupales (GDSS por sus siglas en inglés) es la obtención efectiva del aspecto técnico, social y organizacional, así como el establecimiento de una coordinación adecuada dentro del proceso de decisión.

Por otro lado, dado que la IP se basa en gran medida en el modelado de los procesos para lograr el análisis y entendimiento de los procesos organizacionales, a continuación se presenta la forma de realizar una representación de la organización por medio del modelado de sus procesos y la importancia que esto tiene para un mejor entendimiento y análisis.

II.2.2 Modelado de procesos organizacionales

Para entender lo que es el modelado de procesos es necesario primero, conocer lo que es un modelo. Un *modelo* es una representación abstracta de la realidad (Curtis *et al.*, 1992), revela lo que la persona cree que es importante para el entendimiento del mismo modelo. Ahora bien, una vez visto lo que es un proceso y un modelo, el *modelado de procesos* no es más que un conjunto de técnicas que son usadas para modelar el comportamiento de procesos y como apoyo para un mejor entendimiento, siendo la mayoría de estos procesos realizados por personas en lugar de por máquinas (Curtis *et al.*, 1992).

⁴ Agente es un actor (humano o sistema) que realiza un elemento del proceso.

La representación gráfica resultante del modelado del proceso tiene el objetivo de:

- Exponer el proceso detallado gradualmente y de una manera controlada.
- Más amplia visibilidad del proceso.
- La estructura del proceso se vuelve evidente.
- Identificación de los procesos menos conocidos.
- Identificación de las debilidades de los procesos.
- Dar soporte al describir de forma precisa el proceso.
- Enfocar la atención en partes particulares del proceso, ejemplo: personas, responsabilidades, actividades, información, flujo de documentos, comportamiento, etc.
- Proporcionar un poderoso análisis de procesos y un vocabulario de diseño consistente.
- Clarificación de las responsabilidades.

En cuanto a la información que se requiere para capturar las características más sobresalientes de los procesos, es necesario tener una descripción de cuatro aspectos, los cuales se describen a continuación (Curtis *et al.*, 1992):

1. **Funcional.** Esta perspectiva representa las actividades que se están llevando a cabo en el proceso.
2. **Comportamiento.** Indica cuándo los elementos del proceso son realizados y cómo son llevados a cabo.
3. **Organizacional.** Indica quién y dónde se llevan a cabo las actividades.
4. **Informacional.** Representa la información producida o manipulada en el proceso.

De tal forma que, al tener un proceso modelado, es posible por ejemplo: tener una descripción del flujo de información necesaria para el proceso, conocer las personas involucradas en el proceso y las actividades que cada uno realiza, identificar la comunicación entre las personas involucradas, saber el orden en el que son ejecutadas las actividades, etc.

Por otro lado, desde el punto de vista del desarrollo de TI para el soporte en la ejecución de procesos, el modelado de procesos proporciona las bases adecuadas, ya que construir un soporte adecuado basado en TI es altamente dependiente de una apropiada determinación de las necesidades de información de los procesos (Al-Mashari y Zairi, 1999) y de una adecuada coordinación de los individuos que lo llevan a cabo. A su vez, esto es determinado al conocer las actividades que forman parte de los procesos organizaciones y su secuencia respecto a otros procesos.

Entonces, dado que la IP utiliza el modelado de los procesos para lograr el estudio de los procesos organizacionales con una visión socio-técnica de la situación y dado que una forma de soporte de la IP es la automatización adecuada de procesos; es posible llevar a cabo el análisis de cualquier proceso, incluyendo específicamente los de toma de decisiones y desarrollar un Sistema de Soporte a Decisiones adecuado al aspecto social y técnico de la situación.

Ahora bien, una vez que se conoce el enfoque de la ingeniería de procesos y el modelado de procesos, así como los beneficios que se obtienen de su aplicación, cabe preguntarse ¿cómo se realiza un estudio de IP?, por lo que a continuación se describen las fases requeridas para el estudio de procesos organizacionales (Wastell *et al.*, 1996):

1. **Definición del proceso.** En esta fase se establecen los objetivos de un proceso dado, una definición de sus límites e interfaces, sus principales entradas y salidas, los departamentos de la organización que tienen relación con el proceso, a quiénes benefician los resultados del proceso y quiénes proporcionan entradas al proceso.
2. **Captura y representación del proceso.** Aquí se modela el proceso con el detalle requerido. Esta es una fase central para el análisis de los procesos en general y se requieren notaciones gráficas expresivas, es decir, que representen lo que es necesario analizar.
3. **Evaluación del proceso.** Esta fase involucra técnicas y criterios para analizar y evaluar procesos, con el fin de encontrar debilidades y problemas, como por ejemplo: baja motivación entre el personal, quejas de clientes, resultados incompletos o fuera de tiempo, trabajo repetido, información redundante, etc.
4. **Rediseño del proceso.** En esta fase se diseñan los nuevos procesos, estos diseños pueden ser radicales o incrementales. El rediseño involucra: reducción de complejidad, minimización de las actividades que no agregan valor al proceso, cambio en los cargos y estructura organizacional, etc.
5. **Desarrollo del soporte basado en TI.** Aquí se identifican las oportunidades para la mejora de los procesos por medio del uso de la TI, tomando en cuenta que la TI no puede ser considerada de forma separada a sus usuarios y viceversa.

Una vez que se conoce la forma de llevar un estudio basado en la IP, lo que resta conocer para los propósitos de este trabajo de tesis son las técnicas a través de las cuales se puede estructurar los procesos organizacionales, estas son las técnicas de modelado de procesos.

II.2.3 Técnicas de Modelado de Procesos

Si se observan las fases para el estudio de procesos organizacionales mostradas dos párrafos antes, se puede notar que existe una fase en donde se modela el proceso o procesos estudiados, y más aún si se revisa cualquier metodología de estudio de procesos organizacionales la actividad de modelar los procesos estará presente.

El modelado de procesos es esencial dentro de cualquier estudio de procesos organizacionales (Lin *et al.*, 2002); pero para llevar a cabo dicho modelado existen técnicas, las cuales tienen el objetivo de capturar conceptos esenciales del proceso y representarlos estructuralmente. A partir de estos modelos es posible realizar análisis y evaluación de los procesos organizacionales.

De acuerdo a los aspectos que es posible modelar, tales como el: funcional, de comportamiento, organizacional e informacional; existen diferentes técnicas diagramáticas, las cuales son usadas en diferentes dominios según lo que se requiera estudiar, analizar o

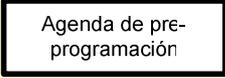
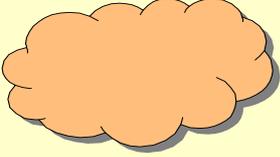
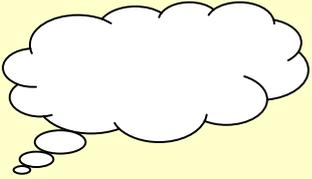
estructurar de los procesos. A continuación se muestran algunas de ellas, señalando su uso potencia en la representación de los procesos.

II.2.3.1 Gráfica Rica

La Gráfica Rica es una representación tipo caricatura que representa la estructura de contextos de trabajo, por medio de las personas involucradas en el trabajo, sus relaciones y preocupaciones. El objetivo de la Gráfica Rica es brindar una visión de alto nivel de la situación que se está estudiando (Monk y Howard, 1998).

De acuerdo a las perspectivas del modelado, por medio de las Gráficas Ricas se representa el aspecto funcional, organizacional e informacional, pero desde un nivel amplio y poco detallado. En la Tabla I se muestra la notación usada para su construcción.

Tabla I. Notación usada al construir Gráficas Ricas.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
<p>Se representa con el icono que se considere más apropiado. Ejemplo:</p> 	<p>Agentes: Personas involucradas en el proceso.</p>
<p>Se representa por medio de un rectángulo y texto que identifica al artefacto.</p>  <p>o también por medio de cualquier otra imagen representativa.</p>  <p>Agenda de Pre-programación</p>	<p>Artefactos: Son salidas o entradas a las actividades. También incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Un flecha hacia un artefacto cuando éste es creado o modificado. * Una flecha desde el artefacto, si éste es referido en la interacción. * Una doble flecha si los dos toman lugar.
	<p>Actividades: Por medio de éstas se muestran las actividades que se llevan a cabo y por medio de líneas se asocian con el rol que lo lleva a cabo. Cada actividad está descrita por una pequeña oración, que está ligada (sin flechas) a los roles que participan en la actividad.</p>
	<p>Preocupaciones o acciones de los roles.</p>

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de Gráfica Rica donde aparecen los agentes tales como: “paciente de consulta externa”, “secretaria de la jefatura de cirugía” y “traumatólogo de piso”. También por medio de la Gráfica Rica es posible representar las actividades que lleva a cabo cada agente, la cuales pueden ser realizadas por uno o más agentes. Algunas de las actividades mostradas en la Figura 3 son: “Solicitar Programación”, “Determinar fecha tentativa de operación”, “Proporcionar fecha de operación”. En cuanto a los artefactos, aparece por ejemplo la forma 430200, de la cual se usan datos al solicitar programación de cirugías, por lo que la 430200 tiene una flecha hacia la actividad indicando que los datos contenidos en la forma son usados para llevar a cabo la actividad. Por último, en particular las preocupaciones no son mostradas en la Figura 3; ejemplos de su uso aparecen en el siguiente capítulo.



Figura 3. Ejemplo de Gráfica Rica de una parte del proceso de programación de cirugías de traumatología.

II.2.3.2 IDEF0

IDEF0 es una técnica de mapeo de procesos basada en una combinación de gráficas y texto, que son presentadas en una forma organizada y sistemática para obtener entendimiento, soporte para el análisis, proporciona lógica para cambios potenciales, específica soporte para la integración de actividades. Un modelado de procesos por medio de IDEF0 está compuesto de una serie jerárquica de diagramas que gradualmente despliegan niveles de mayor detalle, describiendo las funciones y las interfaces del proceso (Hunt, 1996).

Si lo que se requiere es modelar el aspecto funcional y el de comportamiento de un proceso el IDEF0 es una técnica totalmente adecuada. La notación para la construcción de IDEF0 se muestra en la Tabla II.

Tabla II. Notación usada para modelar procesos usando IDEF0.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	<p>Actividad: Proceso o transformación identificada por un verbo o frase verbal que describe lo que debe ser cumplido. Es modelado por una caja.</p>
	<p>Entradas. Es todo aquello consumido o transformado por el proceso. Por ejemplo: materiales, información, capital, energía, etc. Las flechas de entrada se ubican en la parte izquierda de la caja.</p>
	<p>Mecanismos. Recursos utilizados para producir la salida (usada por los procesos). Por ejemplo: personal, sistemas, equipos, etc. Se modela por medio de los nombres de los mecanismos y flechas entrantes a la caja de actividad en la parte de abajo.</p>
	<p>Controles. Son las políticas organizacionales, criterios externos, todo aquello que permita tener el control del proceso, o sea, los criterios que se deben tomar en cuenta para que se lleve a cabo el proceso. Por ejemplo: lineamientos, reglas de negocio, políticas organizacionales, etc. Se modela por medio de los nombres de los controles y flechas entrantes a la caja de actividad en la parte de arriba.</p>
	<p>Salida. Son los resultados del proceso, de cierta forma, una entrada transformada. Por ejemplo: materiales, información, etc. Las flechas de salida están asociadas a la parte derecha de una caja.</p>

En la Figura 4 se puede observar cómo es que se van dando los diagramas jerárquicos para representar los procesos de forma más detallada.

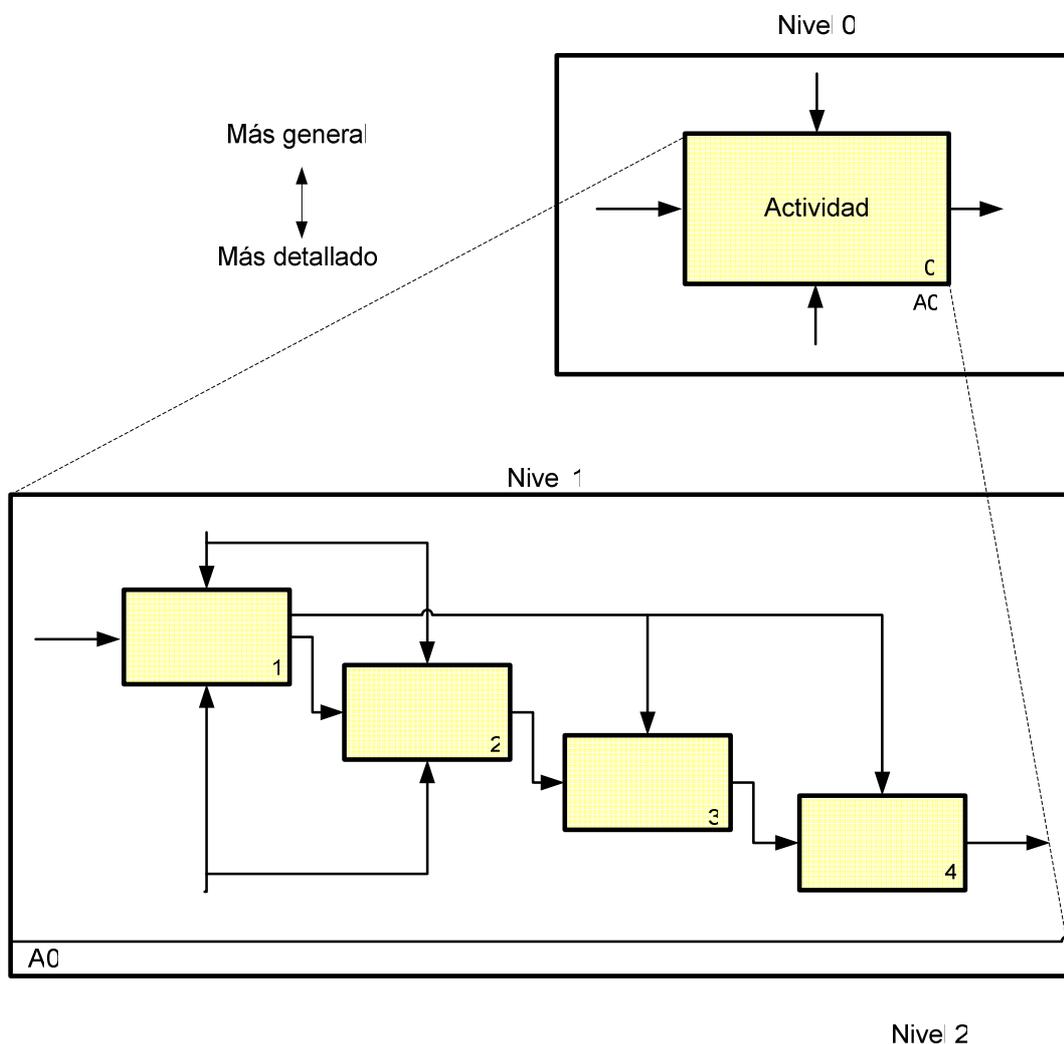


Figura 4. Niveles de detalle para los procesos.

En la Figura 5 se muestra un IDEF0 nivel 0 y en la Figura 6 aparece el IDEF0 nivel 1 correspondiente a la Figura 5. Estos IDEF0 corresponden al proceso de Ordenamiento de Exámenes de Laboratorio y de Radiología, el cual consiste en que, para solicitar exámenes de laboratorio y de radiología, el traumatólogo llena la forma correspondiente y se la da al paciente. El paciente la lleva al departamento correspondiente, junto con su carnet de citas, ahí le asignan fecha para sus exámenes y el paciente debe presentarse en dicha fecha con su carnet en mano, le practican los exámenes y le dan fecha para recogerlos. Los resultados de los exámenes los recoge el día que le señalan.

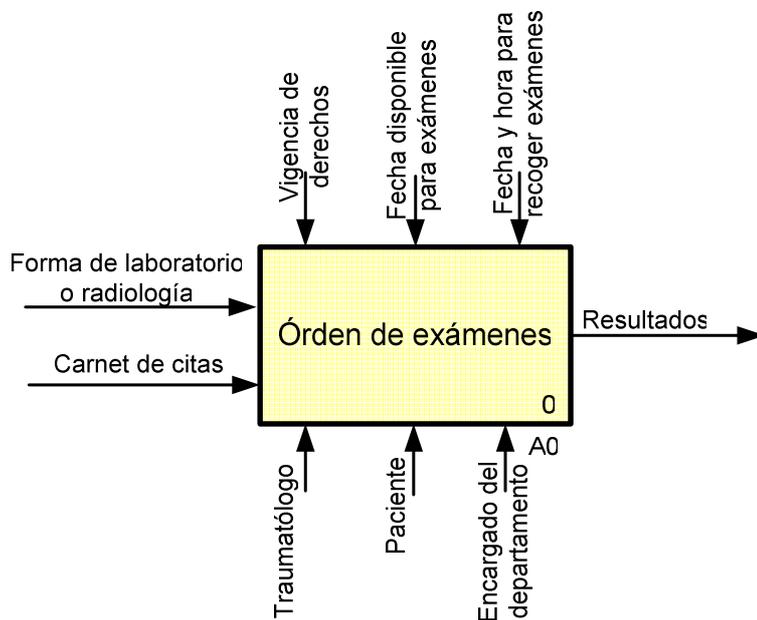


Figura 5. Ejemplo de IDEF0 nivel 0.

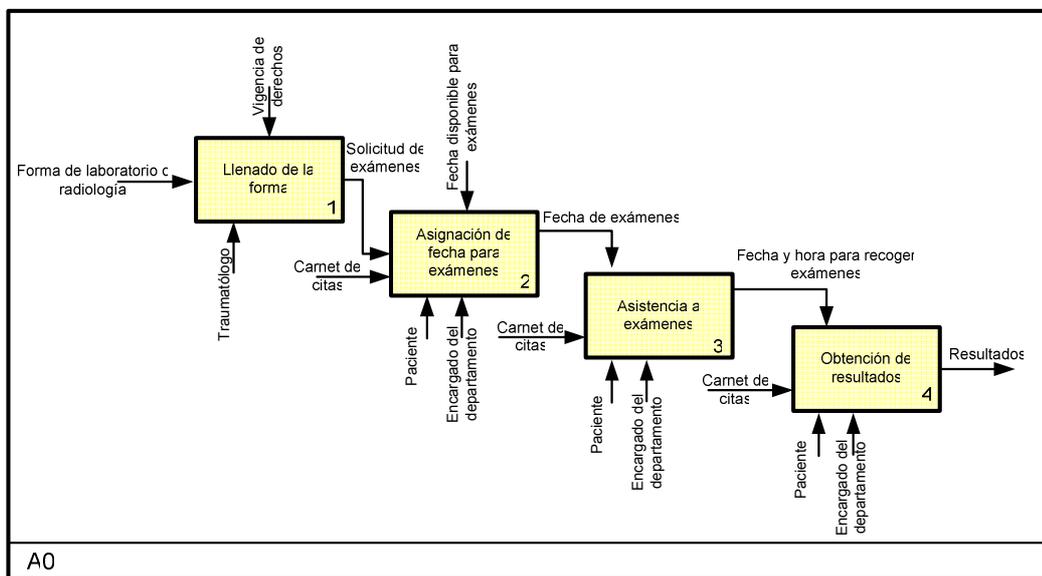


Figura 6. Ejemplo de IDEF0 nivel 1.

II.2.3.3 RAD

Los Diagramas Rol Actividad (RAD, por sus siglas en inglés) son una técnica de modelado de procesos que permite representar el comportamiento de las personas que realizan actividades para alcanzar una meta. Además, permite que el comportamiento representado

sea dividido en roles. Así por medio de los RAD's es posible representar los roles, las actividades, las interacciones, eventos externos y la lógica que determina qué actividades son llevadas a cabo y en qué momento (Ould, 1995).

Esta técnica de modelado de procesos es una de las más completas pues además del comportamiento, permite representar claramente el aspecto funcional y organizacional. En la Tabla III se muestra una breve descripción de la notación usada para esta técnica diagramática.

Tabla III. Notación usada al construir RAD's.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Rol: Un grupo de actividades que en conjunto realizan alguna meta en particular. Es muy importante hacer notar que los roles no son los títulos definidos en alguna organización, sino un conjunto pequeño de actividades, por ejemplo: "Ingeniero" no es un rol, realizar un reporte o administración del sistema si lo son, también es importante nombrar a los roles de tal manera que no se tenga confusión con los títulos de trabajo.
	Actividades: Los elementos de trabajo que una persona realiza.
	Línea de estado: La transición entre una actividad y otra.
	Trayectorias alternativas: Trayectorias seguidas de acuerdo a la satisfacción de una condición. Define bajo que condiciones alguna o algunas actividades se llevan a cabo.
	Trayectorias paralelas: Muestra actividades en sub-hilos del rol las cuales pueden ser llevadas a cabo en cualquier orden. Todas las actividades de las trayectorias tienen que estar terminadas para poder continuar con la siguiente actividad.
	Inicio de otro Rol: Un rol puede iniciar otro rol, por ejemplo después de revisar un reporte se puede realizar el análisis físico de lo reportado.
	Inicializa rol externo: Inicializa un rol que no está siendo modelado.
	Espera: Se define la necesidad de esperar por eventos externos o entradas antes de poder continuar con el trabajo.
	Interacción: estas se producen cuando dos roles interactúan para lograr un objetivo común.
	Marcador de estado: Puede indicar puntos en donde se debe de regresar hacia alguna posición anterior, por lo tanto es una manera de indicar iteración o puede simplemente indicar que el último estado de un rol ha sido alcanzado, esto se representa sin ninguna etiqueta.
	Conector: indica que la interacción continúa en otro diagrama. Dentro del ovalo se indica el número del conector, por lo que al encontrar el símbolo se deberá buscar el conector que contenga el mismo número en otro diagrama, generalmente este diagrama es el siguiente a aquel donde se encontró el símbolo.

En la Figura 7 se presenta el RAD correspondiente al subproceso "Indicando cirugía a paciente". En esta figura se puede observar los roles que tienen interacción dentro del proceso, tales como: "Traumatólogo - Indicando cirugía" y "Paciente - Recibiendo

indicación de cirugía”; así como las actividades necesarias para llevar a cabo el proceso y el orden en el que son ejecutadas. Por ejemplo, se puede apreciar que primero se realiza la actividad “Prellenar 430200” y luego la actividad “Entregar 430200 a paciente”. Se ejemplifica también el uso de otros símbolos, tales como inicialización de roles externos y no externos; y así mismo se muestran los marcadores de estado, en este caso de inicio y fin de los roles.

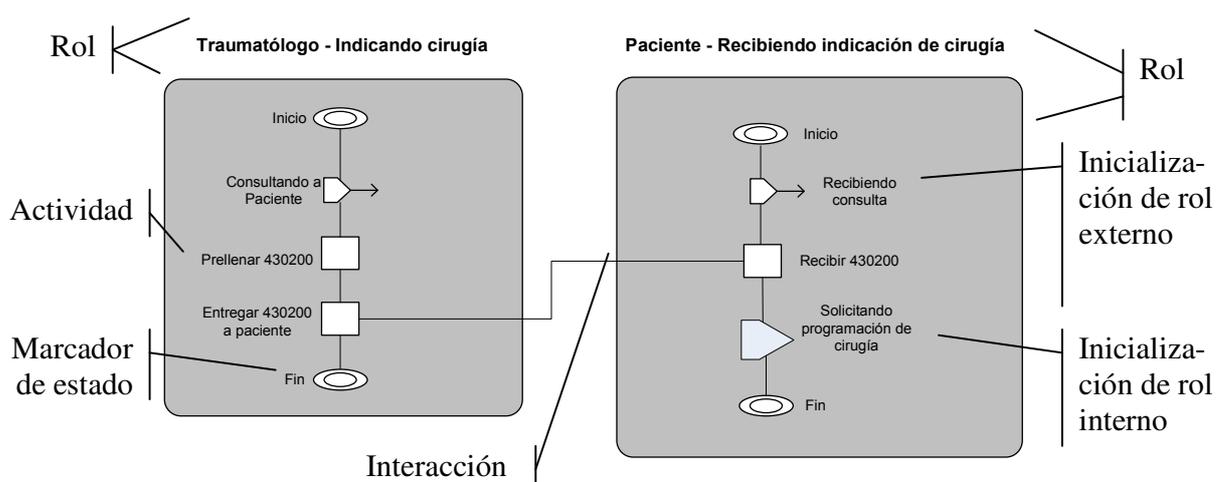


Figura 7. Ejemplo de RAD, utilizando simbología básica, tal como: roles, inicialización de roles externos y no externos, actividades, interacciones, marcadores de estado.

Por otro lado, en la Figura 8 se muestra otro RAD que muestra el uso de otros símbolos, tales como: trayectorias paralelas y trayectorias alternativas; además de los ya mostrados en la Figura 7.

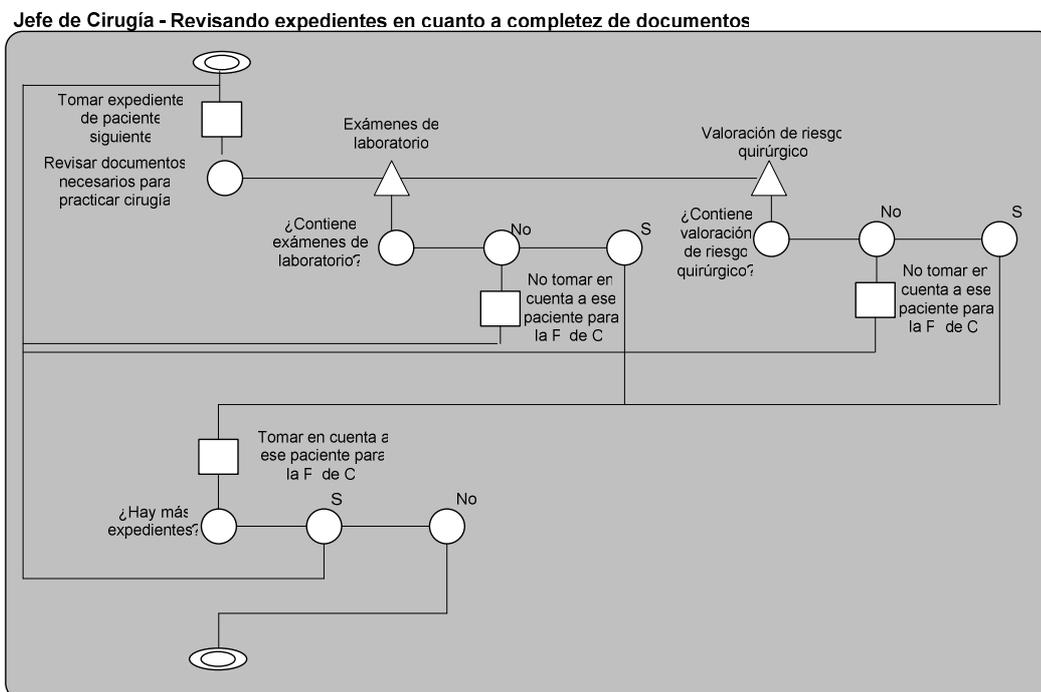


Figura 8. Ejemplo de RAD, utilizando simbología básica, tal como: rol, actividades, marcadores de estado, trayectorias paralelas y trayectorias alternativas.

Hasta este punto presentamos el enfoque de la IP, el soporte que se obtiene de la aplicación de la IP, el modelado de procesos y algunas técnicas diagramáticas, así como los beneficios que se obtienen de su aplicación. Esta información es importante por que más adelante se explica cómo los beneficios podrían ser de utilidad en el proceso de toma de decisiones. En la siguiente sección se establecen los aspectos más relevantes de la toma de decisiones.

II.3 Toma de decisiones

La toma de decisiones es importante porque mediante el empleo de un buen juicio, es posible elegir la opción más adecuada al problema que se presente; así mismo los problemas que requieren tomar decisiones se presentan muy frecuentemente tanto en la vida personal como en cualquier nivel de una organización.

Tomar una decisión es: *“Hacer una estimación respecto a lo que se debería de hacer en cierta situación después de haber obtenido información relevante y deliberado en algunos cursos alternativos de acción”* (Ofstad, 1961). El funcionamiento organizacional es extremadamente dependiente del proceso de toma de decisiones que una organización en particular usa, éste es importante en todas las funciones y niveles. Es decir, la toma de decisiones es una parte integral de cualquier organización (Harrison, 1975) ya sea dentro de una organización o fuera de ésta, los humanos pasan parte de su vida anticipándose a un futuro incierto y desarrollando y evaluando cursos de acción, los cuales de cierta manera mejoran sus vidas y las condiciones de trabajo (French, 1998).

Con el fin de lograr un entendimiento de conceptos y elementos clave, referentes a la toma de decisiones, que se estarán manejando a lo largo de este trabajo, a continuación se exponen los más importantes.

II.3.1 Elementos

Aunque dentro del amplio campo de la toma de decisiones existen muchos conceptos y elementos que deben ser comprendidos, para el propósito de esta tesis se han seleccionado los siguientes para explicarlos explícitamente:

Complejidad

La mayoría de las decisiones importantes que se toman ya sea personalmente o dentro de alguna organización son complejas y afectan el entorno en el que se llevan a cabo, ejemplo: personas, actividades, departamentos, etc. La complejidad de un problema de decisión está fuertemente relacionada con la estructura que presente, en el sentido de que a menor estructura del problema, mayor complejidad y viceversa. A continuación se explica lo referente a la estructura de los problemas de decisión.

Estructura de los problemas de decisión

Al estudiar la toma de decisiones surgen diferentes clasificaciones, indudablemente la más importante es la clasificación del tipo de decisión como estructurada, semi-estructurada y no estructurada (Gorry y Scott, 1971). Se dice que cuando un problema de decisión no está estructurado es complejo, pues varios de sus elementos están mal definidos o simplemente no se conocen. También se trata de problemas poco claros, para los cuales no hay un método de solución conocido, por ejemplo, planeación de nuevos servicios ha ofrecer. En general son decisiones bajo incertidumbre.

Los problemas estructurados se refieren a problemas rutinarios y repetitivos para los cuales, el proceso para obtener la mejor solución (o al menos una suficientemente buena) se conoce, en donde los criterios de decisión son claros y el contexto de decisión se mantiene estable.

Y por último, los problemas semi-estructurados poseen tanto elementos estructurados como no estructurados, es decir, puede ser que el problema sea recurrente con ciertos elementos bien definidos, pero con algunos otros elementos importantes mal definidos, tales como los objetivos. En general los problemas de decisión semi-estructurados caen en todas las variantes que pueda haber con características de problemas estructurados y no estructurados. Así, los términos estructurados y no estructurados son los extremos de una clasificación que cambia gradualmente (problemas semi-estructurados) según las características que posea el problema, para ilustrar esto se presenta la Figura 9.

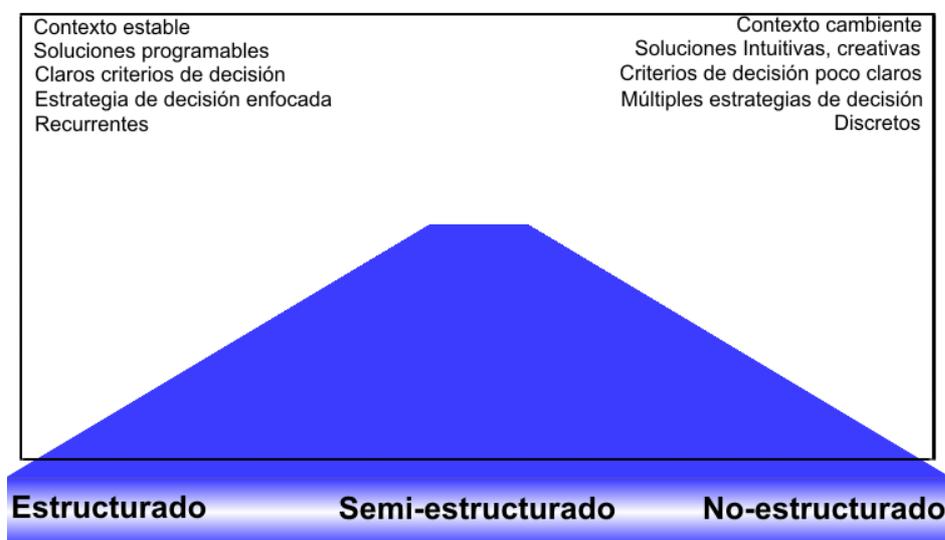


Figura 9. Clasificación de los problemas de decisión.

Datos e Información

Los datos son simples observaciones. La información es la que es obtenida cuando datos relevantes son manipulados para dar soporte al análisis de decisiones (French, 1998). Por lo tanto, bajo esta distinción, para tomar cualquier decisión siempre es necesaria alguna cantidad de información (Baudry, 2004), ya sea actual o histórica; más aún, se debe tomar en cuenta que la información sólo es útil si, una vez identificada, ésta es condensada y analizada (Sauter, 1999). Hay muy pocas ocasiones en las cuales el tomador de decisiones tiene toda la información relevante, desde este punto de vista, resulta fácil que la obtención de información adecuada no se realice, ya que es fácil obtener datos irrelevantes.

Incertidumbre

La incertidumbre es algo que es desconocido o no es conocido perfectamente. La diferencia es que algo “desconocido” no puede ser conocido hasta que el evento se lleva a cabo, mientras que algo que “no es conocido perfectamente” puede llegar a ser conocido si se encuentra la fuente de información adecuada y si se está dispuesto a pagar el costo por obtener esa información (Skinner, 1999). Al tomar decisiones bajo incertidumbre, el tomador de decisiones considera situaciones en las cuales se tienen diferentes resultados para cada alternativa existente. La toma de decisiones bajo incertidumbre es más difícil de evaluar debido a insuficiencia de la información (Turban, 1995).

Objetivos

Los objetivos de una decisión es lo que se busca lograr al tomarla. Frecuentemente hay múltiples objetivos en una decisión y esos objetivos podrían ser: financieros, sociales, políticos, etc. Es muy común tener múltiples objetivos cuando se trata de grupos tomadores de decisiones, ya que se tienen opiniones y criterios diferentes (Skinner, 1999). Los objetivos son delineados a partir de los criterios de decisión, frecuentemente éstos pueden

ser usados de forma similar pero la principal diferencia es, que los criterios son los que ayudan a decidirse por una alternativa y no por las demás de una manera consistente, y los objetivos es lo que se busca al tomar una decisión.

Alternativas

Las alternativas son las diferentes opciones que se tienen en un problema de decisión. Sin alternativas, una decisión es muy fácil debido a que no hay decisión que tomar, o mejor dicho, si no hay alternativas no se trata de una decisión. La falta de alternativas significativas lleva a la imposibilidad de elegir la mejor solución al problema (Skinner, 1999). La generación de alternativas depende de la disponibilidad y costo de la información y requiere experiencia en el área del problema. Por lo regular, las alternativas son generadas después de que han sido determinados los criterios de decisión, de esta forma se puede reducir la generación de alternativas que poco tienen que ver con las metas que se buscan al tomar la decisión y por otro lado también se reduce el esfuerzo que conllevaría la evaluación de tales alternativas.

Probabilidad

Cuando hay incertidumbre en las decisiones, se usa la probabilidad para expresar explícitamente las opiniones acerca de la incertidumbre de eventos futuros o eventos los cuales han ocurrido pero no se tiene conocimiento del resultado, dicho de otra forma, la probabilidad es un juicio subjetivo acerca de la posibilidad que ocurra una evento futuro incierto (Skinner, 1999).

Modelos

Un modelo es una representación del problema. Cuando se tiene toda la información necesaria de un problema de decisión, ésta es representada por medio de uno o más modelos (French, 1998), los cuales son usualmente simplificados debido a que la realidad es demasiado compleja para exponerla exactamente y debido a que una gran parte de la complejidad es irrelevante para el problema en específico (Turban, 1995). En cuanto a la relación de modelo y alternativas, un modelo permite analizar y categorizar las alternativas y así sugerir la mejor acción (French, 1998) o al menos una suficientemente buena, y para poder llevar a cabo esta función, los modelos emplean algoritmos (Flynn *et al.*, 2002).

Teoría de utilidad

Por medio de la teoría de utilidad es posible la cuantificación de preferencias en el proceso de toma de decisiones con o sin incertidumbre (Baudry, 2004). La forma en como se cuantifican estas preferencias es por medio del uso de una función de utilidad. La función de utilidad permite medir las preferencias del tomador de decisiones para cualquier valor o cantidad. Cuando se tenga más preferencia para un valor, más alta será la utilidad para ese valor (Skinner, 1999). Existe una variante a esta teoría, la cual es la teoría de utilidad multi-atributo, la cual consiste en un método de decisión que combina las contribuciones de muchos atributos ó criterios del problema de decisión.

Una vez que se conocen los conceptos más sobresalientes de la toma de decisiones, es importante conocer los diferentes enfoques que se tienen al realizar esta actividad.

II.3.2 Perspectivas involucradas

En la toma de decisiones como en otros muchos campos, se realizan constantemente estudios con el fin de mejorar el área. Por un lado existen disciplinas académicas que estudian cómo deberían ser tomadas las decisiones y por otro lado están las disciplinas que tratan de describir la actual toma de decisiones humana; de las cuales se ha comenzado a partir para obtener estilos de decisión mejores y más reales (French, 1998).

De esta forma, dependiendo de la fundación metodológica que posean los estilos de decisión, pueden ser clasificados como normativos, descriptivos o prescriptivos (Dillon, 2004):

- **Normativos:** Describen la forma en cómo deberían tomar decisiones las personas (teoría). Las disciplinas académicas relacionadas con este estilo son: Filosofía, Economía, Estadística, Investigación de Operaciones y Matemáticas, entre otras.
- **Descriptivos:** Se enfocan en la forma en como las personas actualmente toman decisiones. Las disciplinas académicas relacionadas con este estilo son: Psicología, Sociología, Ciencias Políticas, Teoría Organizacional y Ciencias del Comportamiento entre otras.
- **Prescriptivos:** Se refiere a cómo las personas pueden y deberían tomar decisiones. Las disciplinas académicas de este estilo de decisión son todas las mencionadas anteriormente, tanto de los estilos normativos como de los descriptivos.

De tal forma que un enfoque prescriptivo es el que puede y debería ser usado por un tomador de decisiones y es adecuado tanto al contexto de decisión específico como a las necesidades del tomador de decisiones. Los estilos prescriptivos están basados en una fuerte base teórica de teorías normativas, en combinación con las observaciones de la teoría descriptiva (Dillon, 2004). Partiendo de esto, es posible diseñar estilos para el análisis de decisiones y soporte para ayudar a mejorar la toma de decisiones (French, 1998).

Una vez que se conocen estos estilos de decisión, resulta fácil pasar a los aspectos técnicos, sociales y organizacionales de las decisiones. Los estudios resultantes del estilo normativo constituyen el aspecto técnico de la toma de decisiones y los avances referentes al estilo descriptivo están en directa relación con el aspecto social y organizacional de la toma de decisiones.

Los aspectos técnicos de la decisión están formados por técnicas analíticas y cuantitativas, métodos racionales y lógicos de razonamiento, la información manejada, la que se necesita producir, los modelos de decisión adecuados, el proceso de decisión que guiará las actividades, etc. Los métodos analíticos no siempre proporcionan un buen soporte a las decisiones, ya que se necesita que todas las variables relevantes puedan ser controladas o

predichas, medidas, cuantificadas y que la información disponible sea lo más completa. Los modelos no contemplan consideración críticas, ni no medibles, tales como valores y moral (Sauter, 1999).

Por otro lado los aspectos sociales y organizacionales de la decisión los integran, las inquietudes de los individuos participantes, sus interacciones, la estructura de la organización, etc.

De tal forma que, tanto los aspectos técnicos como los sociales y organizacionales de una decisión pueden ser obtenidos usando la visión socio-técnica de la IP, al hacer uso de herramientas de modelado adecuadas, que permitan identificar y analizar elementos propios de la de decisión.

Hasta este punto ya se conoce lo que es la toma de decisiones, los elementos más importantes de ésta y las perspectivas involucradas al tomar una decisión. A continuación se da a conocer las clases de problemas existentes, de acuerdo a la cantidad de involucrados en la decisión y al tipo de interacción que éstos tienen.

II.3.3 Individuos y grupos tomadores de decisiones

Partiendo de una vista global, los tomadores de decisiones pueden ser individuos aislados o grupos de personas que se reúnen para solucionar un problema de decisión. Actualmente en el contexto de decisiones trascendentales, la mayoría de éstas son el resultado de las interacciones de grupos de individuos (French, 1998).

Hay quien asegura que las decisiones producidas por un grupo siempre serán mejores que las llevadas a cabo por un individuo (Schmoldt y Peterson, 2000), lo que se ve muy probable debido a que cada participante tiene diferentes experiencias y perspectivas a aplicar en problemas complejos (Schmoldt y Peterson, 2000).

Dado que se plantea que la toma de decisiones grupal presenta conveniencias, a continuación se dan a conocer los beneficios que Schmoldt y Peterson (Schmoldt y Peterson, 2000) consideran los más importantes:

- Dos individuos reúnen más conocimiento para el problema que una persona y cada persona adicional contribuye con una cantidad más.
- La adición de otra persona el proceso de decisión produce un efecto de interacción, por lo cual múltiples perspectivas pueden eliminar las limitaciones que frecuentemente tiene el pensamiento individual.
- Si más de una persona es afectada por la decisión, es deseable tener a esas partes involucradas en el proceso de decisión.
- La participación aumenta la aceptación de la decisión tomada.

Hasta el momento ya se ha destacado bastante el contexto de problema grupal, en el cual el tomador de decisión es un grupo, pero existen diferentes clases de problemas, de acuerdo a

la cantidad de tomadores de decisiones y al tipo de interacción que éstos tienen (Marakas, 2003), los cuales se dan a conocer a continuación:

a) Individual

En esta clase, el análisis de la información y la decisión final es responsabilidad de un solo individuo. Los conocimientos, conjunto de habilidades y experiencia del tomador de decisiones, afectarán los resultados finales de la decisión.

b) Grupal

Un problema de decisión grupal se caracteriza por que un grupo de tomadores de decisiones son parte de una estructura formal en donde los miembros del grupo comparten un interés similar por la formulación del problema de decisión y los resultados de ésta. Aquí existe una interacción intensa entre los participantes, en la cual todos pueden compartir su información con los demás y la toma de decisiones es llevada a cabo por todos como un grupo.

c) Equipo

Esta clase es una combinación de la individual y la grupal, es decir la responsabilidad de tomar la decisión recae en un solo individuo, pero la información y ayuda para tomarla vinieron de un equipo que persigue las mismas metas que el individuo.

A partir de estas clases pueden surgir, diferentes jerarquías y asociaciones dependiendo del contexto del problema de decisión. Un ejemplo de esto es proporcionado al inicio del capítulo siguiente.

Por otro lado, dado que el humano busca constantemente crear formas que le ayuden a realizar sus tareas de la mejor manera, la toma de decisiones no es la excepción, por lo que en el transcurso de los años han surgido diferentes formas de soporte a la toma de decisión.

II.4 Soporte a decisiones

Buscando la mejora en la toma de decisiones se han realizado estudios en diferentes disciplinas, desde economía, psicología, estadística, investigación de operaciones, análisis de decisiones, entre otras; hasta ciencias computacionales. De las cuales, han surgido diferentes herramientas que buscan en todo momento mejorar la efectividad y eficiencia en la toma de decisiones e incluso, muchas de ellas están interrelacionadas. En esta sección se mencionan tres de las más importantes, las cuales son: análisis de decisiones, procesos de toma de decisiones y DSS.

Análisis de decisiones

De acuerdo a Skinner, el análisis de decisiones más que una herramienta, es una metodología. Ésta proporciona una forma de dialogar entre el tomador de decisiones y el equipo de trabajo. Por medio de éste diálogo, las incertidumbres, las preocupaciones, las expectativas, las suposiciones y las peculiaridades del problema de decisión pueden ser conocidas y clarificadas. Sin este conocimiento y formas de obtenerlo, cualquier análisis es

llevado a suposiciones y predisposiciones de sus intérpretes (Skinner, 1999). Más aún, este autor sostiene que el diálogo también asegura que se resuelva el problema correcto, ya que uno de los errores más comunes es trabajar en el problema incorrecto.

Procesos de toma de decisiones

Uno de los elementos de toma de decisiones que es muy importante revisar es el proceso mismo de la toma de decisiones. Los procesos de decisión es la manera en que se toman las decisiones. Seguir un proceso para llevar a cabo esta actividad es importante, porque de esta forma la toma de decisiones tiene una estructura, ya que algunas veces las decisiones se toman sin tener una estructura, simplemente porque el tomador de decisiones confía en sus habilidades y llega a la elección o conclusión en lugar de seguir un proceso sistemático (DeSanctis y Gallupe, 1987).

Simon (Simon, 1977) ha planteado el proceso que quizá sea el más popular en la literatura, éste se compone de tres fases principales: inteligencia, diseño y elección. A partir de este proceso han surgido varios, a continuación se muestran tres de los más importantes, incluyendo el de Simon:

- a) *Proceso de Simon*: En la fase de inteligencia se identifica el problema de decisión, se entienden las desviaciones y se determinan las causas de origen. En la fase de diseño se formula el modelo y se buscan las alternativas posibles. En la fase de elección se da solución al modelo y por lo tanto se genera una solución al problema (Simon, 1977).
- b) *Proceso PrOACT*: Es un proceso que se compone de 5 fases. Primero, se define el problema de decisión. En seguida, se establecen los objetivos. Luego, se buscan alternativas buenas, nuevas y creativas. En seguida se entienden las consecuencias a profundidad y por último se determinan las relaciones, se eliminan las alternativas dominantes, se aplica un método de intercambio para medir las alternativas restantes y se toma la decisión con base en la medición de alternativas (Hammond *et al.*, 1999).
- c) *Proceso de Bazerman*: Este proceso se basa en: Definir el problema (evitando saltar a las soluciones), identificar todos los criterios relevantes a la decisión, dar peso a los criterios, buscar y generar alternativas, evaluar cada alternativa de acuerdo al criterio y computar las decisiones óptimas (Bazerman, 2001).

Como se puede observar los procesos antes mencionados, para la toma de decisiones son muy parecidos, ya que tienen actividades comunes. Pero cada uno busca mejorar algún aspecto de la decisión en contextos particulares. En esta sección sólo se dan a conocer estas herramientas de soporte a decisiones, más adelante se exponen las limitaciones que presentan cada una de ellas.

Es importante destacar que estos procesos de toma de decisión presentados han dado los cimientos para la construcción de los DSS que se conocen en la actualidad (Shim *et al.*, 2002). En cuanto a los DSS se utiliza la siguiente sección para presentarlos de una manera más amplia.

II.5 Sistemas de soporte a la toma de decisiones

La toma de decisiones es una actividad compleja debido a que involucra personas que tienen diferentes roles (conjunto de actividades que son asignadas a humanos o máquinas - que realizan un proceso elemental-, como una unidad de responsabilidad funcional) y por consecuencia diferentes perspectivas del problema –aunque a su vez la toma de decisiones grupal presenta conveniencias como ya se mencionó-, incertidumbre y riesgos al tomar las decisiones, pérdidas y ganancias como consecuencia de la decisión, tiempos limitados en realizarlas y factores subjetivos involucrados.

Buscando facilitar el manejo de esta complejidad surgen los sistemas de soporte a la toma de decisiones (DSS por sus siglas en inglés), los cuales han evolucionado significativamente desde principios de 1970. DSS es un término usado muy comúnmente y se podría pensar que hay una buena aceptación del significado de éstos, pero tristemente eso no es así (French, 1998). A continuación se muestran dos definiciones:

Un DSS es un sistema interactivo basado en computadora, que brinda soporte a la toma de decisiones complejas y resolución de problemas (Shim et al, 2002).

Un DSS es un sistema basado en computadora, el cual soporta el proceso de toma de decisiones, al ayudar a los tomadores de decisiones a formar y explorar las implicaciones de sus juicios y de esta forma, tomar decisiones basadas en entendimiento (French, 1998).

Como se puede apreciar, la primera definición presenta más ambigüedad que la segunda. En este sentido se debe ser más puntual en la definición de un DSS, dado que continuamente se presta a confusiones.

Por más de 30 años, investigadores y especialistas en Sistemas de Información han construido y estudiado una amplia variedad de DSS ó Sistemas de Decisiones Administrativas –como fueron llamados en un principio-, para dar soporte a los tomadores de decisiones (Power, 2001). En cuanto al tipo de problemas que soportan, Gorry y Scott Morton (Courtney, 2001) declaran que los DSS están orientados a dar soporte a problemas los cuales presentan algún elemento semi-estructurado o no estructurado.

Hasta este momento debería ser claro que los DSS no son sistemas simples con características comunes, fáciles de identificar y un propósito sencillo (Marakas, 2003), por lo tanto determinar lo componentes que éstos poseen es una tarea que ha ocupado por un buen tiempo a estudiosos del área.

II.5.1 Componentes

De manera general, los componentes representan elementos funcionales de un sistema y en cuanto a DSS, los componentes no deberían ser confundidos con módulos (Ariav y

Ginzberg, 1985). A lo largo de la evolución de los DSS los estudiosos del área han definido a los componentes de los DSS de acuerdo a como éstos y las tecnologías han evolucionado.

En cuanto a los componentes se tiene, por ejemplo que en la década de los 80's los componentes estaban formados por: el Administrador del Diálogo entre usuario y el sistema, el Administrador de los Datos y el Administrador del Modelo (Ariav y Ginzberg, 1985). Conforme se realizó investigación en inteligencia artificial y se incorporaron sistemas expertos a los DSS, otro de los componentes que surgió fue la Máquina de Conocimiento (El-Najdawi y Stylianou, 1993) y (Turban, 1995). Y finalmente, dado que la tendencia actual, en cuanto al desarrollo y diseño de DSS, es una mejor integración entre el usuario y el sistema, se declara al usuario del sistema como un componente más de los DSS (Marakas, 2003).

A continuación se exponen brevemente cada uno de los componentes actuales de un DSS y en la Figura 10 se muestra gráficamente su relación:

Administrador de datos. Este componente recupera, almacena y organiza los datos relevantes para un contexto de decisión en particular (Marakas, 2003).

Administrador del modelo. Se trata de un paquete de software que incluye modelos financieros, estadísticos, de ciencias administrativas, u otros modelos cuantitativos que proporcionan las capacidades analíticas al DSS (Turban, 1995).

Máquina de conocimiento. La máquina de conocimiento lleva a cabo actividades relacionadas con el reconocimiento del problema y generación de soluciones intermedias o finales. Los datos y los modelos se mezclan en este componente para proporcionar al usuario una aplicación útil que brinda soporte al contexto de la decisión (Marakas, 2003).

Diálogo – Comunicación. Por medio de este componente el usuario puede comunicarse con el DSS, así como indicar que éste realiza algo (Turban, 1995). Este componente se encarga de mantener las opciones que el usuario debe de conocer para usar el sistema (Flynn *et al.*, 2002).

Usuario(s). Este componente está formado por el conjunto de habilidades del usuario o usuarios del DSS, así como sus motivaciones, dominio de conocimiento, patrones de uso y roles dentro de la organización (Marakas, 2003).

El hecho de que un DSS incluya o no, a uno o más de los componentes antes mencionados depende del soporte requerido para el contexto de decisión específico. Por ejemplo algunos contextos de decisión simplemente requieren una adecuada presentación de información, es decir, el DSS simplemente extrae datos relevantes de la base de datos y los presenta al tomador de decisiones con análisis mínimo. En este caso sólo están presentes los componentes: “Administrador de datos”, “Diálogo – Comunicación” y “Usuario”.

Si avanzamos gradualmente a un contexto de decisión que requiera un soporte más completo, se tendrían DSS que toman los datos disponibles y los utilizan para realizar análisis y pronósticos de ambientes actuales y futuros.

Un DSS más completo -y por lo tanto constituido con un mayor número de componentes- sería el que permita predecir las consecuencias de varias alternativas de decisión que enfrenta el tomador de decisiones.

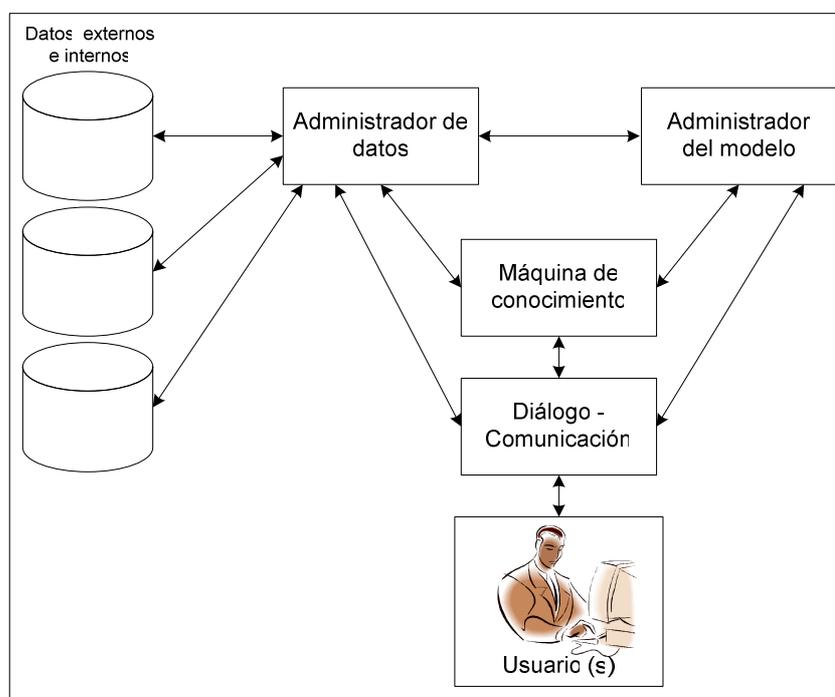


Figura 10. Componentes de los DSS.

Ahora que se conoce que los DSS tienen tantas variantes en su presentación y soporte que los caracteriza, es importante conocer cómo éstos se clasifican.

II.5.2 Clasificación

La idea de “dar soporte a decisiones” frecuentemente es poco clara, ya que se dice que un DSS puede ser desde una simple consulta a una base de datos –puesto que la información consultada eventualmente servirá para tomar la decisión-, hasta un sistema avanzado de localización usando imágenes enviadas por GPS’s e inteligencia artificial para analizar dicha información.

Sprague y Carlson (Sprague y Carlson, 1982) sugieren que las tipologías, marcos de trabajo o modelos conceptuales son con frecuencia cruciales para el entendimiento de temas nuevos o temas complejos. El soporte a decisiones no es un tema nuevo pero sí un tema complejo y en evolución. Se dice que los DSS “pueden tomar diferentes formas y pueden ser usados en diferentes contextos” (Alter, 1990); y tener una única clasificación frecuentemente es difícil. Simplemente definir un DSS requiere considerar varios factores, por lo tanto, al igual que determinar los componentes, clasificarlos es una tarea retadora (Marakas, 2003). Sin embargo un buen intento por clasificar ampliamente los DSS es el

siguiente, el cual se basa primeramente en los 5 principales componentes del DSS y de forma secundaria en los usuarios, el propósito específico y la tecnología usada para instalar de forma operacional el DSS (Power, 2001).

DSS orientados a las comunicaciones y a los grupos

Primero surgió la categoría de Sistemas de Soporte a Decisiones Grupales (GDSS), pero luego una categoría más amplia puede ser identificada, la cual es la de DSS orientados a las comunicaciones o “groupware”. Este tipo genérico de DSS incluye tecnologías de soporte a la comunicación, colaboración y decisión. Un GDSS es un sistema interactivo basado en computadora, usado para facilitar la solución de problemas por tomadores de decisiones trabajando juntos como un grupo. Un GDSS es un sistema híbrido que enfatiza el uso de las comunicaciones y de los modelos de decisión. Los “groupware” brindan soporte a la comunicación electrónica, el compartimiento de documentos y otras actividades que mejoran el soporte a decisiones y la productividad grupal. Se tiene un gran número de tecnologías y capacidades en la categoría de los groupware, algunas de éstas son: los GDSS, “White Boards”, “Bulletin Boards”, E-mail, etc.

DSS orientados al modelo

Este tipo de sistemas se basan principalmente en el acceso y manipulación de uno o más modelos (ejemplo: estadístico, financiero, de optimización, de simulación). Los DSS orientados al modelo usan datos y parámetros proporcionados por los tomadores de decisiones para ayudarlos en el análisis de una situación. En general, estos sistemas usan modelos financieros complejos, de simulación y/o de optimización para proporcionar soporte a las decisiones.

DSS orientados al conocimiento

Estos DSS son sistemas con experiencia en la resolución de problemas especializados. La experiencia consiste en conocimiento acerca de un dominio en particular, el entendimiento de problemas dentro de ese dominio y habilidad para resolver algunos de los problemas. Un concepto relacionado con estos sistemas es la Minería de Datos (mejor conocido como Data Mining, el término en inglés), el cual es el proceso de buscar minuciosamente, en grandes cantidades de datos, patrones ocultos para producir relaciones basadas en el contenido de los datos.

DSS orientados a los datos

Los DSS orientados a datos, se caracterizan por enfatizar el acceso y manipulación de grandes bases de datos y especialmente series de tiempo de datos internos y externos de la compañía. Este tipo de sistemas incluyen Data Warehousing, Sistemas de Análisis, Sistemas de Información Ejecutiva (EIS por sus siglas en inglés), Sistemas de Inteligencia de Negocios.

DSS orientados a documentos

Los DSS orientados a documentos ayudan a los tomadores de decisiones a recuperar y administrar documentos no estructurados y páginas Web. Un DSS de esta categoría integra

una variedad de tecnologías de almacenamiento y procesamiento para proporcionar análisis y recuperación de documentos. Algunos de los documentos que podrían ser manejados por un DSS de este tipo son: políticas, procedimientos, especificaciones de productos, catálogos, documentos históricos corporativos, incluyendo minutas de reuniones y correspondencia.

DSS Inter-Organizacionales o DSS Intra-Organizacionales

Gracias al surgimiento de nuevas tecnologías y al rápido crecimiento de Internet un nuevo grupo de usuarios potenciales para los DSS son los clientes y los proveedores. Un DSS Inter-Organizacionales es un DSS para usuarios externos a una compañía u organización, es decir permite el acceso a la intranet de la organización y autoridad o privilegios para usar capacidades específicas del DSS, por ejemplo alguna compañía puede hacer que un DSS orientado a datos esté disponible a los proveedores. Por otro lado la mayoría de los DSS son Intra-Organizacionales ya que están diseñados para ser usados por individuos dentro de la organización. El prefijo “Intra” significa que el DSS es usado dentro de la organización y el prefijo “Inter” significa que el DSS es usado más ampliamente.

DSS de propósito específico o de propósito general

Muchos DSS son diseñados para dar soporte a funciones específicas, ejemplos de estos sistemas son los que brindan soporte en áreas funcionales de negocio como mercadotecnia, finanzas, etc.; algunos de los DSS son diseñados para tareas de soporte a decisiones en industrias específicas como la programación de rutas para una línea aérea. En contraste los DSS de propósito general ayudan en tareas mucho más diversas como la administración de proyectos, planeación de negocios. Además los DSS de propósito más general pueden ser usados para desarrollar o generar DSS más específicos.

DSS basados en la tecnología de *deployment*

La tecnología usada para instalar de forma operacional el DSS puede ser Mainframe, una LAN cliente/servidor o una arquitectura basada en Web. Un DSS basado en Web hace disponible a administradores o analistas, información y herramientas de soporte para la decisión usando un navegador Web como Netscape ó Internet Explorer. El servidor en el cual se encuentra el DSS se enlaza a la computadora del usuario por medio de una red usando el protocolo TCP/IP. Las tecnologías Web son las herramientas principales usadas para crear DSS Inter-Organizacionales.

II.6 Limitaciones del soporte a decisiones existente

La historia de los DSS comienza alrededor de 1965, con el desarrollo de Sistemas de Información Administrativa (MIS, por sus siglas en inglés), los cuales se enfocaban en proporcionar a los administradores reportes periódicos y estructurados (Power, 2004). Unos pocos años después surgieron los DSS orientados al modelo o también llamados Sistemas de Decisión Administrativa y enseguida comienzan a producirse los primeros artículos de investigación del área. A partir de esto, éstas investigaciones se han enfocado en encontrar formas para mejorar -por medio de TI-, la eficiencia con la cual los usuarios toman decisiones y la efectividad de esas decisiones (Shim et al., 2002).

A lo largo de estas investigaciones, surgieron los GDSS. Los GDSS típicos, para reuniones cara a cara son salas electrónicas en donde los participantes usan las computadoras para interactuar al mismo tiempo y en el mismo lugar (Turban, 1995). Pero al uso de estas facilidades incurren costos tanto de tiempo y viajes, por lo tanto las personas usan otro tipo de tecnología para coordinar su trabajo, por ejemplo sistemas de conferencia, correo electrónico (Cao y Burstein, 1999) ó GDSS para Web, Cliente/Servidor, etc.

Gracias a la investigación en el área de soporte a decisiones y al surgimiento de nuevas tecnologías, el soporte ha sido cada vez más adecuado a las necesidades, por ejemplo: la Inteligencia Artificial empezó a integrarse con los DSS alrededor de 1980 (Power, 2004), y algunos de los problemas con las interfaces, comunicación y acceso a la información ambiental de los GDSS, han sido atacados al integrar sistemas expertos combinando las ventajas de cada uno (Aiken *et al.*, 1991). Pero, en este punto cabe destacar que aún existen limitantes como las que se exploran a continuación.

II.6.1 Aspecto técnico, social y organizacional

En primer lugar, hay quienes consideran que la colección de datos existentes del problema de decisión es uno de los más difíciles pasos en el análisis de un problema (Turban, 1995), así como lo que es necesario buscar o conocer acerca del problema (Totton y Flavin, 1996), lo cual incluye los elementos técnicos, sociales y organizacionales de relevancia para el problema.

Actualmente se tiene la necesidad de un soporte para toma de decisiones que posea una visión más real de los problemas, en el sentido de lograr un soporte a inquietudes mucho más amplias que los modelos matemáticos y sistemas basados en conocimiento que hasta el momento han existido (Courtney, 2001), los cuales tienen una perspectiva técnica. Al desarrollar los DSS's, sería deseable, además del aspecto técnico, también incluir los aspectos sociales y organizacionales del problema de decisión, al tomar en cuenta las inquietudes de los individuos participantes, sus interacciones, la estructura de la organización, etc.

Tomar en cuenta de forma adecuada la mayor cantidad de aspectos organizacionales y sociales es muy importante en la solución de problemas de decisión, es decir, se debe asegurar que la mayor parte de las variables relevantes estén incluidas en el modelo de decisión o que sean tomadas en cuenta en buen grado para el análisis del problema (Shim *et al.*, 2002).

En este sentido, Flynn asegura que el desarrollo de los DSS debe estar centrado en los usuarios del sistema y el ambiente que las rodea, con el fin de entender mejor los requerimientos de éstos (Flynn *et al.*, 2002). Es importante explorar cómo puede ser apoyada esta tarea, haciendo uso de técnicas existentes de obtención y análisis de información, sobre todo en ambientes grupales de decisión.

II.6.2 Coordinación e Interacción

Los grupos que toman decisiones son entidades sociales que requieren una coordinación efectiva de tiempo y recursos (Vogel y Nunamaker, 1990). Así mismo, se busca que las funciones de colaboración sean mejores, facilitando procesos de decisión más interactivos (Shim et al., 2002).

Hablando en cuanto al soporte personal y coordinado para la toma de decisiones, cabe mencionar que el Análisis de Decisiones si toma en cuenta la perspectiva que el tomador de decisiones tiene acerca del problema, pero únicamente de forma individual y no como un grupo que se coordina, comunica y colabora para tomar una decisión.

En este sentido, cuando el proceso de toma de decisiones no está bien definido o simplemente, se están tomando las decisiones sin seguir un proceso, se dice que el proceso no está estructurado (no confundir con problemas de decisión no estructurados) y cuando esto ocurre, se tiende a tomar decisiones precipitadas o apresuradas, pues los tomadores de decisiones se saltan pasos. Cuidar este aspecto es particularmente importante en la toma de decisión grupal.

De tal forma que, contar con una estructura para el proceso de toma de decisiones permite que la interacción del grupo se enfoque en el intercambio de información relevante, dando menos oportunidad a las dinámicas de grupo que afectan la productividad (Schmoldt y Peterson, 2000). En adición, al diseñar GDSS, se debe tomar en cuenta la dinámica del proceso de toma de decisión grupal (Mallach, 1994). Así mismo, hay quienes (French, 1998) señalan como deseable incluir un elemento que facilite al grupo el conseguir el consenso basado en un entendimiento compartido y dicho elemento es también la coordinación.

En cuanto a los procesos de toma de decisiones existentes, no se han preocupado por brindar una guía adecuada para la coordinación de la toma de decisiones grupal. En algunas ocasiones, para mitigar los problemas de toma de decisiones grupal, se recurre a combinar los procesos de toma de decisiones existentes con técnicas grupales de decisión. Estos intentan agregar una estructura a la interacción del grupo (Frankel, 1987).

En este sentido, una de las herramientas que ayudan a la obtención de datos referentes al problema de decisión, es el Análisis de Decisiones. Éste brinda una guía para dar soporte a esta tarea, pero en general, el soporte que brindan desde el punto de vista social y organizacional es muy restringido, enfocándose en conocer el sentido en que afecta la decisión a los involucrados, pero sin brindar algún detalle para conocer y/o establecer la colaboración de los participantes cuando se trata de una toma de decisiones grupal.

De lo cual, es posible resumir que dentro de las principales limitantes en el desarrollo de GDSS están la obtención efectiva del aspecto técnico, social y organizacional, y el establecimiento de una coordinación adecuada dentro del proceso de decisión. Relacionado con esto, cabe recordar que cuando se realiza un estudio de IP el enfoque que guía al

mismo es una perspectiva socio-técnica, ya que las organizaciones están formadas por sistemas sociales (personas) y sistemas técnicos (herramientas, métodos, conocimiento) (Warboys *et al.*, 1999), por lo tanto, hasta este punto es posible plantear el enfoque de este trabajo de tesis, el cual se basa en el uso de técnicas extraídas de la Ingeniería de Procesos para desarrollar una metodología que permita estructurar y coordinar adecuadamente el proceso de toma de decisiones grupales, tomando en cuenta tanto el aspecto técnico de la decisión, como el social y el organizacional, con el fin de plantear los requerimientos genéricos de un GDSS, enfocados a lograr una mejor integración entre el sistema de soporte y las personas que intervienen en el proceso de decisión.

II.7 Resumen

En este capítulo se definieron los conceptos más relevantes que ayudan a establecer el contexto de este trabajo de tesis, los cuales se enfocaron, en primer lugar, en la IP y el modelado de los procesos, y en segundo lugar en la toma de decisiones y el soporte que existe para llevarla a cabo de la manera más efectiva. Se dieron a conocer algunos conceptos técnicos que son claves de la toma de decisiones. Y por último se expusieron las limitantes del soporte actual y de forma general se mencionó cómo se pretende afrontarlas.

Al conocer lo que es la IP, el modelado de los procesos y sus aplicaciones se podrá tener más claro el motivo de incluirlas para estructurar y analizar un problema de decisión dentro de la metodología creada, así como para extraer aspectos tanto técnicos como sociales y organizacionales del proceso de decisión. Por otro lado, los elementos de decisión revisados en este capítulo forman parte de los conceptos utilizados dentro de la metodología. En cuanto a las limitaciones del soporte a decisiones en general y de los DSS en particular, estas se dieron a conocer con el propósito de clarificar el objetivo de la metodología creada, la cual se detalla en el siguiente capítulo.

Por lo tanto, en el siguiente capítulo se mostrarán las ventajas que se obtendrían de la metodología que se plantea en este trabajo de tesis, así como la metodología completa. A lo largo de la explicación, se va haciendo uso del caso de estudio realizado en un hospital de la localidad, para ejemplificar en donde es necesario, así como asimilar de una manera más fácil su aplicación y utilidad.

Capítulo III. Metodología para Estructurar el Proceso de Toma de Decisiones

III.1 Introducción

En el presente capítulo se presenta la propuesta de metodología que permite estructurar y coordinar, con un enfoque basado en la IP, problemas de decisión grupal. Además esta metodología proporciona las bases para el desarrollo de sistemas de soporte a decisiones. Se comienza con una breve justificación de la propuesta metodológica, en donde se enfatiza el uso de técnicas extraídas de la IP para la construcción de GDSS y el entendimiento del problema de decisión al cual se le brinda el soporte. Enseguida se presenta una vista general en forma diagramática, de la metodología y se explica el formato de presentación de la misma.

Dado que nuestra metodología se basa, por un lado en literatura existente de ingeniería de procesos y de toma de decisiones, y por otro en la realización de un caso de estudio tomado de un contexto real de decisión; la forma en que se presenta la metodología en este capítulo es por medio del seguimiento de cada una de las fases que la comprenden, usando ejemplos breves extraídos del caso de estudio. Cabe señalar que la versión detallada de la metodología se encuentra en el Apéndice B y su aplicación en el caso de estudio se presenta en el Apéndice C.

III.2 Justificación de la propuesta metodológica

Al construir los Sistemas de Soporte a Decisiones (DSS por sus siglas en inglés) se busca efectividad en el soporte brindado, esta efectividad está dada por diferentes elementos, los cuales pueden formar parte de aspectos técnicos, sociales y organizacionales del problema de decisión.

El aspecto técnico de un problema de decisión está constituido por las actividades llevadas a cabo para tomar la decisión, la información manipulada, los objetivos que se persiguen con la decisión, las certidumbres e incertidumbres involucradas, etc. Los aspectos sociales y organizacionales, por otro lado, se refieren a los elementos humanos involucrados en la decisión, sus puntos de vista, preocupaciones, criterios personales, responsabilidad dentro de la decisión, comunicación, coordinación y entendimiento; necesarios cuando la toma de decisiones es grupal. De lo anterior surgen algunas limitaciones en cuanto al estudio de los problemas de decisión y en cuanto al desarrollo de DSS.

Cuando se toman decisiones, es muy común que el enfoque sea en la información que se conoce del problema. Por lo que el conocimiento que se tenga de éste es muy importante. Frecuentemente no se tiene la información necesaria para tomar la decisión y cuando ésta se tiene, no se encuentra organizada de una forma útil. Lo que se requiere es una forma de estructurar la información de tal manera que sea posible una evaluación consistente.

Por otro lado las decisiones actualmente se están volviendo cada vez más de largo alcance y son difíciles de comprender, cuando esto sucede no es posible usar sólo la intuición para tomar la decisión, sino que se necesita una evaluación sistemática y profunda antes de elegir una opción.

Así mismo, a pesar de que como ya se dijo, los grupos de toma de decisiones representan muchas ventajas, también existen desventajas y renuencia a trabajar en grupo, en estos casos el problema no son los múltiples participantes o tomadores de decisión, sino un inapropiado acoplamiento entre el contexto del problema y la estructura de los participantes.

Y por último se conoce que actualmente la mayoría de los DSS sólo incluyen el aspecto técnico del problema de decisión, además hablando de soporte a la toma de decisiones grupal aún se requiere un esfuerzo para mitigar los problemas derivados de una mala coordinación en el proceso de decisión.

Por lo tanto, se requiere de una forma más integral que permita obtener información relevante de aspectos tanto técnicos como sociales y organizacionales, de la decisión grupal bajo estudio, para estructurar los elementos y el proceso de decisión. Así mismo es importante que sea posible incluir éstos aspectos en un GDSS buscando efectividad en el soporte propuesto e integración entre los usuarios y el GDSS.

De esta manera, la metodología propuesta se enfoca en estructurar y coordinar problemas de decisión grupal, con una perspectiva socio-técnica de la decisión, y que además sea la base para el desarrollo de GDSS adecuados al contexto de los problemas. Para lograr lo anterior se hace uso de la IP, ya que su filosofía se basa en estudiar a las organizaciones y sus procesos desde el punto de vista de roles llevando a cabo actividades e interacciones dentro de una organización para lograr objetivos. Además la IP brinda estructura a situaciones con problemas no estructurados por medio del modelado de procesos. Cabe mencionar que por medio de la estructura se logra un buen entendimiento de los procesos.

En este sentido el modelado de los procesos juega un rol muy importante pues además ayuda a definir los elementos que es necesario tomar en cuenta para manejar una coordinación adecuada en el proceso de toma de decisiones.

Una vez que se conoce la justificación de la metodología propuesta, es importante conocer en qué contextos puede ser aplicada y en qué consiste desde un alto nivel, para lo cual se destina la siguiente sección.

III.3 Generalidades de la metodología

Con la finalidad de introducir la metodología y buscando una buena comprensión de sus partes, enseguida se da a conocer bajo qué contextos puede ser aplicada; también se

presenta brevemente su estructura general y finalmente se explica el formato que se utiliza para su presentación y mejor estructuración.

III.3.1 Orientación

Es importante explicar hacia qué tipos de problemas está orientada la metodología. Anteriormente ya se ha hablado de los grupos tomadores de decisión, pero hablar de toma de decisión grupal en un sentido estricto, implica una responsabilidad y autoridad, conjunta y compartida al tomar la decisión y no contempla otras estructuras que podrían existir en contextos reales. En el capítulo anterior ya se explicaron los diferentes tipos de problemas de decisión de acuerdo al número de individuos involucrados en el problema, los cuales son: individual, equipo y grupo (Marakas, 2003). A continuación se describen brevemente con el propósito de explicar y justificar el tipo de problemas a los que está orientada la metodología.

Individual. El análisis de la información y la decisión final es responsabilidad de un sólo individuo, por lo tanto no hay interacción.

Grupal. La toma de decisiones es llevada a cabo por todos como un grupo. Aquí existe una interacción intensa entre los participantes.

En equipo. La responsabilidad de tomar la decisión recae en un solo individuo, pero la información y ayuda para tomarla vinieron de un equipo que persigue las mismas metas que el individuo. La interacción sólo se da entre cada uno de los individuos y el tomador de decisiones, por lo que no hay interacción entre los individuos que no toman la decisión.

Al analizar esta clasificación, se observa que se trata de una categorización muy rígida, pues existen otro tipo de estructuras de interacción al tomar decisiones, tal como la que sucede cuando un conjunto de individuos participan en la toma de decisiones con responsabilidades sumamente importantes y trascendentales para tomar una mejor decisión, pero la responsabilidad de tomar la decisión recae en una sola persona. Esta situación se parece mucho a la clase marcada como “en equipo” pero la diferencia respecto a ésta es la interacción continua de los miembros que no tienen la responsabilidad de tomar la decisión.

Por lo tanto en realidad existen diferentes jerarquías y asociaciones dependiendo del contexto del problema de decisión, además de las ya identificadas en la literatura, por lo que es posible señalar que se trata de una clasificación incompleta. En la Figura 11 se muestran de manera gráfica la clasificación de los problemas de decisión de acuerdo al número de participantes y la interacción entre ellos. Como se puede observar esta figura incluye a la clasificación ya identificada por Marakas (Marakas, 2003), pero además se trata de ejemplificar que podrían existir más tipos de problemas de decisión de varios participantes, de acuerdo a los diferentes contextos de los problemas de decisión que pudieran surgir; señalando a estos tipos de problemas en la Figura 11 con un signo de “?”.

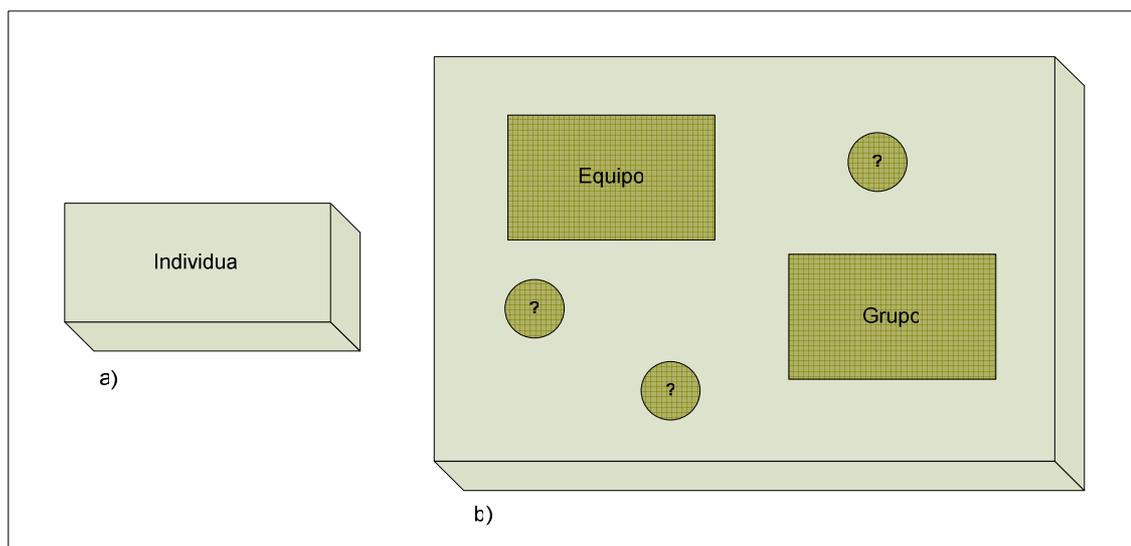


Figura 11. Clasificación de los problemas de decisión de acuerdo al número de participantes y la interacción entre ellos. a) Toma de decisiones individual. b) Toma de decisiones de varios participantes.

En este sentido, la metodología está orientada a problemas de toma de decisiones que se caractericen por poseer dos o más personas trabajando juntas en un problema, sin implicar formas específicas de interacción u organización, es decir a problemas de decisión en donde se tengan dos o más participantes, lo cual corresponde a lo ilustrado en la Figura 11 b).

Para propósitos de nombrar de alguna forma a los tipos de problemas hacia los que está orientada la metodología, se pretende ser más flexibles que la clasificación dada por Marakas (Marakas, 2003), ya que en problemas reales se encuentran otros tipos de niveles de participación, comunicación y responsabilidad, como los que forman parte de la Figura 11 b); por lo que se ha seleccionado el término “problemas de toma de decisiones grupal” para englobar a todos los posibles problemas de de decisión en donde se tengan varios participantes.

Una vez que se conoce el enfoque de la metodología en cuanto a la cantidad de individuos en el problema y a su interacción, es preciso indicar bajo qué contextos puede ser usada la metodología propuesta, que es cuando sea necesario tomar decisiones que se estimen como difíciles o significativas, pero que además se tenga la intención de lograr un soporte adecuado al contexto de decisión estudiado.

III.3.2 Visión general

Con el fin de comprender cada una de las partes de la metodología, en esta sección se presenta brevemente su estructura general. Primero se describe brevemente cada un de sus fases, sus objetivos y productos, es decir salidas que se obtienen de cada fase; también se indica el orden en que éstas deberían ser llevadas a cabo y en la Figura 12 se muestra gráficamente la metodología completa.

En la fase “Estudio del ámbito del problema y modelado de los procesos” el objetivo es conocer el proceso o procesos relacionados con el problema detectado y eventualmente algunos de sus detalles, de lo que se obtiene un documento con la descripción textual del o los procesos y un documento referente al modelado del proceso. El cual es representado por medio de técnicas orientadas que permiten un mejor análisis y estructuración.

El objetivo de la fase “Definición del problema de decisión” es detectar el problema a ser resuelto, así como entender-de forma indirecta- las causas del problema. El producto de esta fase es una formulación formal del problema de decisión. Una vez que se tiene la definición del problema de decisión, es posible ir trabajando sobre la fase 7 correspondiente a la estructuración de los elementos de coordinación y colaboración. Es decir, como se puede apreciar en la Figura 12, la fase 7 es paralela a las fases 3, 4, 5, y 6.

Por medio de la fase “Identificación de los componentes del problema de decisión y realización de cambios necesarios” se obtiene en primer lugar la información referente a la forma en que se lleva a cabo la decisión y los elementos de decisión del problema tales como: las personas que participan en la toma de decisión, la estructura del problema, certidumbres, incertidumbres, consecuencias, criterios de decisión, etc. En esta fase también se lleva a cabo algún rediseño al proceso que se determine necesario. Eventualmente esta fase ayuda a mejorar la definición del problema de decisión que ya se tenía. Si en esta fase se encuentra que se requieren más datos del ámbito del problema se debe regresar a la fase 1. El producto es un conjunto de modelos e información que representan al problema de decisión y sus elementos.

La fase “Establecimiento de los objetivos de decisión” ayuda a obtener una lista de los objetivos, tanto globales como de cada uno de los individuos involucrados en el proceso. Los objetivos son muy importantes porque ellos forman las bases para evaluar las alternativas.

El objetivo en la fase “Análisis del modelo de decisión adecuado” es poder determinar cuál es el modelo(s) de decisión apropiado(s) a la situación particular de decisión, dado que los problemas de decisión que se presentan en las organizaciones pueden ser muy variados, por lo tanto los modelos de decisión, igualmente pueden tomar muchas formas. Por lo tanto, al realizar esta fase se obtiene el tipo de modelo o modelos adecuados al problema.

En la fase “Estructuración del modelo del problema de decisión” se reúne de forma organizada toda la información que se conoce del problema como los elementos de: certidumbre, incertidumbre, los criterios, inquietudes, objetivos de decisión de cada uno de los tomadores de decisión y globales, etc., identificados en etapas previas para establecerla de acuerdo al modelo ó modelos que se detectaron más adecuados, y poder así analizar las alternativas de solución que se tengan. El producto de esta fase es precisamente la estructuración del modelo o modelos analíticos de decisión del problema.

En la fase “Estructuración de elementos de coordinación y colaboración” se obtienen los componentes de la coordinación y la interacción, y el producto resultante de la fase está integrado por diagramas de transición de estados, diagrama de flujo de documentos, así como información adicional referente a la coordinación de recursos para la decisión.. Esto es tomado en cuenta para el desarrollo de la arquitectura de coordinación base de la interacción entre los tomadores de decisión que usaran el GDSS. Cabe aclarar que se puede comenzar a trabajar con esta fase desde el momento en que se ha terminado de estudiar el ámbito del problema y que se ha definido el problema de decisión.

Por último, con base en toda la información obtenida y analizada en las etapas anteriores, el objetivo de la fase “Desarrollo del soporte adecuado” es precisamente determinar cuál es el soporte más apropiado al problema de decisión en estudio, de acuerdo al contexto que se tiene.

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, los problemas de decisión que no están estructurados poseen una complejidad que los hace difíciles de resolver, y dado que la IP brinda estructura a situaciones con problemas no estructurados por medio del modelado de los procesos, en el contexto de esta metodología existen dos niveles de estructuración para el problema de decisión:

Primer nivel. En este nivel la estructuración que se lleva a cabo esta orientada a entender el ámbito del problema de decisión, por lo que se estudia a un nivel alto o medio el aspecto informacional, funcional, de comportamiento y organizacional.

Segundo nivel. Aquí la estructuración y entendimiento se enfoca en el problema de decisión, sus componentes y explícitamente la coordinación; además el estudio debe realizarse a bajo nivel, es decir de forma más detallada.

De la Figura 12 se puede observar que el *primer nivel de estructuración* se obtiene de la fase “Estudio del ámbito del problema y modelado de los procesos” y el *segundo nivel de estructuración* se obtiene de las fases “Identificación de los componentes del problema de decisión y realización de cambios necesarios” y “Estructuración de elementos de coordinación y colaboración”.

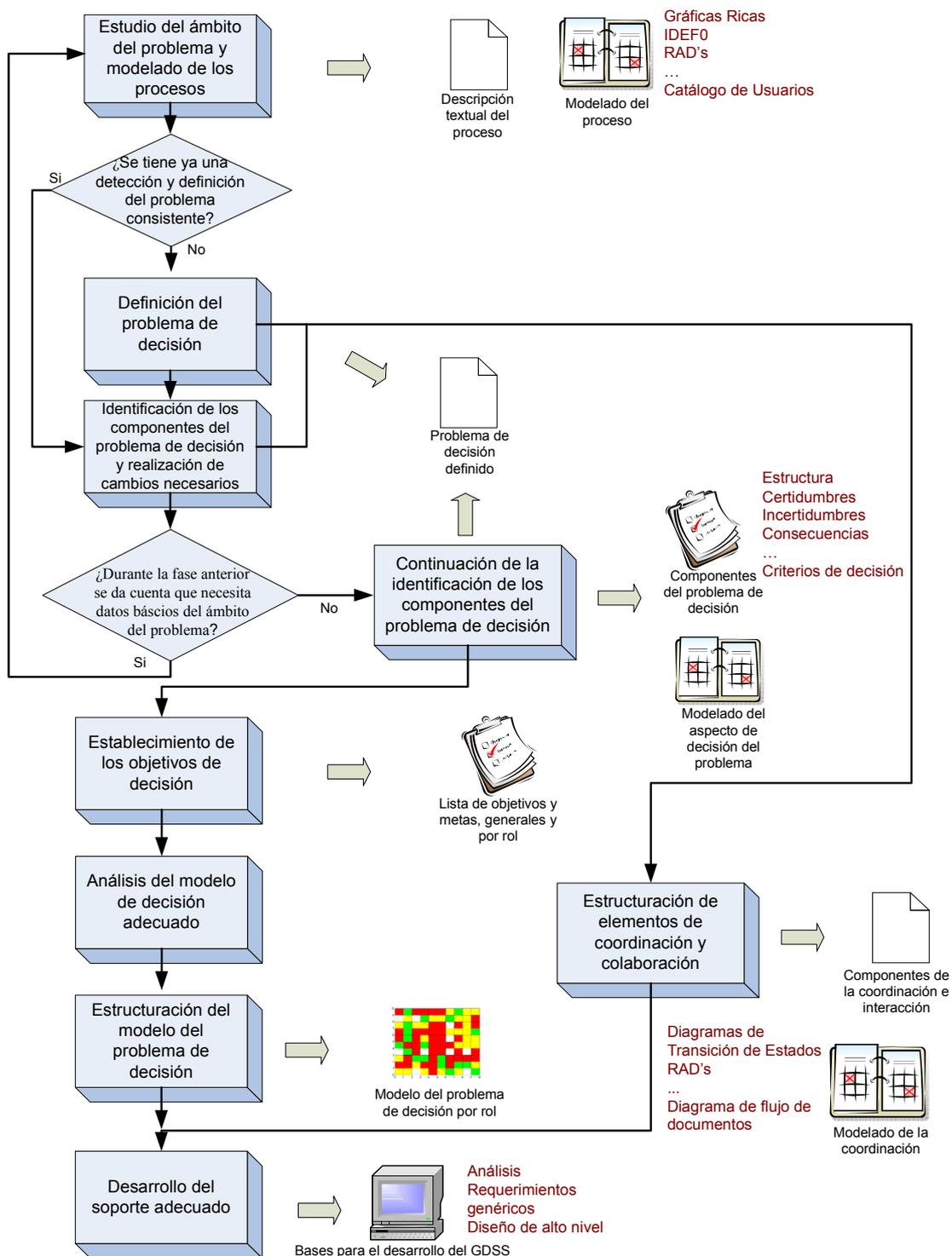


Figura 12. Metodología para la estructuración, coordinación y soporte del problema de toma de decisiones grupales.

III.3.3 Formato de presentación

A lo largo de este capítulo se explican los elementos de la metodología propuesta usando un caso de estudio que se detalla en la siguiente sección. Cabe resaltar que la metodología se presenta en el Apéndice B. En dicho apéndice se utiliza un formato de presentación creado para facilitar el entendimiento de las fases, sus actividades, documentos producidos, etc., al usuario de la metodología.

Fase	_____	
Introducción	_____	
Objetivo	_____	
Entradas	_____	
Nombre	Fuente	
Actividades primarias		
A 1.1	_____	
A 1.2	_____	
A 1.3	_____	
Salidas		
Nombre	Descripción	Destino
Técnicas sugeridas		
Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada

Figura 13. Formato de presentación de la metodología.

Los elementos que los constituyen se explican a continuación:

- **Fase.** Lugar en donde se especifica el nombre de la fase.
- **Introducción.** Contiene una breve introducción a la fase, permitiendo conocer la importancia de dicha fase.
- **Objetivo.** Indica el objetivo que se lograría por medio de la fase.
- **Entradas.** Esta parte se refiere a lo que se requiere para llevar a cabo esta fase, por lo regular se trata de documentos e información resultante de otras fases.
 - **Nombre.** Indica el nombre del documento o de la información necesaria en esta fase.
 - **Fuente.** Se refiere a la fuente de la cual viene la información. Por lo regular es una fase anterior.
- **Actividades primarias.** Son las actividades requeridas para completar la fase. Estas fases se describirían con más detalle en una hoja que se anexa después del formato correspondiente a cada fase. Cabe aclarar que las actividades no tienen por qué ser secuenciales. Cada actividad se identifica por una clave que está formada por una letra A, el número correspondiente al número de la fase, un punto y el número de la actividad, ejemplo: **A 2.3**
- **Salidas.** En esta parte se detallan los productos de la fase, podría ser desde algo tangible como el proceso modelado hasta algo intangible como conocimiento.
 - **Nombre.** Es donde se especifica el nombre del producto.
 - **Descripción.** Aquí se da una descripción breve acerca de la salida.
 - **Destino.** Se refiere a en qué fase posterior se usará esta salida.
- **Técnicas sugeridas.** Aquí se muestran las técnicas que se sugiere se usen para llevar a cabo las actividades de la fase. Ejemplo: entrevistas, cuestionarios, Gráfica Rica, Matriz Rol/Actividades, etc.
 - **Nombre.** Indica el nombre de la técnica.
 - **Descripción.** Aquí se da una breve descripción de la técnica sugerida.
 - **Actividad en la cual es usada.** En esta parte se señalan las actividades en las cuales se puede usar dicha técnica.

Hasta este punto se conocen todos los aspectos generales acerca de la metodología, pero antes de explicar los detalles de cada una de las fases que integran la metodología a continuación se presenta el caso de estudio desarrollado para enriquecerla y para ejemplificar su aplicación.

III.4 Caso de Estudio

Como ya se ha mencionado un elemento de gran ayuda para la construcción de la metodología fue la realización de un caso de estudio para obtener un escenario con elementos reales de decisión, ya que de esta forma se fueron descubriendo requerimientos que no eran contemplados en su totalidad por la literatura. Así mismo, el caso de estudio también es usado para ejemplificar las diferentes fases de la metodología y cómo puede ésta ser aplicada.

El caso de estudio se realizó en un hospital de la localidad. Las características que se buscaron en el escenario, con el fin de que pudieran ser de utilidad para la construcción de la metodología y posteriormente para su ejemplificación fueron:

1. Toma de decisiones entre dos o más personas.
2. Necesidad de tomar decisiones en ambientes con elementos sociales, tales como inquietudes personales, ética profesional, etc., y técnicos, tales como, datos tomados de documentos manipulados, técnicas analíticas y cuantitativas, etc.
3. Necesidad de coordinación entre los miembros del grupo involucrados en la decisión.
4. El problema de decisión debe de tener algunos elementos tales como: certidumbre o incertidumbre al tomar decisiones, criterios de decisión no definidos claramente, etc.
5. Ambientes que llevan a cabo una toma de decisiones que requiera:
 - a) el uso de información que se encuentra registrada en bitácoras, registros o bases de datos.
 - b) información que no puede ser valorada fácilmente como criterios o experiencias personales, intuición, etc.

El escenario encontrado es el de Programación de Cirugías de Traumatología el cual es un proceso que pertenece a la Jefatura de Cirugía y es llevado a cabo por el Jefe de Cirugía, la Jefa de Ceye (central de equipo y esterilización) y la Secretaria de la Jefatura de Cirugías. Al efectuar la programación se busca alcanzar diferentes objetivos como lo son: practicar al paciente la cirugía requerida en el tiempo oportuno, reducir costos al hospital ocasionados por la estancia de pacientes internados, optimizar el uso de salas quirúrgicas y material quirúrgico.

Datos más específicos se dan al aplicar la metodología propuesta al escenario (Apéndice C). Enseguida se detalla en qué consiste cada una de las fases de la metodología haciendo uso precisamente de elementos extraídos y desarrollados a partir del escenario.

III.5 Fase 1: Estudio del ámbito del problema y modelado de los procesos

Para comenzar a estudiar un problema de decisión y brindar un soporte adecuado, antes que nada debe de existir un problema, es decir, algo podría no estar funcionando como se quisiera y esto ha sido detectado. Así, algunos de los involucrados y afectados por el problema se dan cuenta de que algo anda mal y que podría ser un problema relacionado con una o más toma de decisiones conjuntas o grupales. Basado en el caso de estudio realizado, el ejemplo es el siguiente:

El Director de la Clínica así como el Jefe de Cirugía, se dan cuenta de que existe un gran número de cirugías de traumatología que una vez programadas son suspendidas, requiriendo que sean re-programadas, lo que provoca por un lado, que a los pacientes no les sea practicada una cirugía oportunamente y por otro que se incrementen los costos a la clínica por concepto de tener a los pacientes internados tiempo innecesario.

De tal forma que el objetivo de esta fase es conocer el proceso o procesos relacionados con el problema detectado y eventualmente algunas de sus características. Por lo que se requiere conocer y analizar el ámbito del posible problema de decisión haciendo uso de herramientas de modelado de procesos. Cabe destacar que el problema detectado aún no es definido ni identificado efectivamente y esta fase ayudará de cierto modo a hacerlo.

Para realizar las actividades de esta fase los elementos de entrada son documentos e información relevante al proceso o procesos que enmarcan al problema y los productos o salidas de la fase son: un documento con la descripción textual del o los procesos y un documento referente al modelado del proceso que permite una mejor comprensión del mismo y da la pauta para la realización de algunas de las siguientes fases.

La primer actividad de esta fase que se propone realizar es la obtención de información del ámbito dentro del cual se encuentra el problema. Ejemplo:

Como ya se sabe que el problema detectado, en primera instancia es el número considerable de cirugías de traumatología que se suspenden, se determina estudiar los procesos que tienen que ver con el área de traumatología, desde el momento en que un paciente llega a ser atendido y se determina la necesidad de una cirugía, hasta que éste es operado y se dictamina su alta de la enfermedad ó trauma tratado.

De acuerdo a Daniel Hunt (Hunt, 1996), para obtener o verificar hechos acerca del proceso o sujeto de estudio, hay muchas fuentes de información, entre ellas se encuentran las siguientes:

- Documentos de especificaciones existentes, documentos y diagramas de procesos.
- Observar el proceso en operación.
- Examinar a grupos de involucrados en los procesos, por medio de entrevistas, cuestionarios u otras técnicas por el estilo.
- Pláticas con uno o más de los expertos en el proceso, los cuales poseen el conocimiento buscado.
- Crear o inventar una descripción hipotética y pedir a los involucrados en los procesos que la acerquen lo más posible a la realidad.

Concretamente para el caso de estudio, las formas de obtener información se han basado en entrevistas cara a cara a involucrados en los procesos y a algunas personas consideradas clave o expertas dado el nivel de conocimiento que manejan de los proceso, tales como el Jefe de Cirugía, por ser una persona que conoce la mayoría de los procesos que tiene que ver con las cirugías de traumatología. También se han aplicado algunos cuestionarios y revisión de documentos referentes a información manipulada. Para la obtención de la información se han requerido varias sesiones de entrevistas con los involucrados en los procesos.

Es una buena práctica escribir la información que se va obteniendo del ámbito del problema, por lo que la descripción textual completa del proceso se encuentra en el Apéndice C. Una versión breve de esta descripción se tiene enseguida:

El proceso completo de traumatología inicia cuando un médico familiar decide que el paciente que esta consultando, requiere la atención de un traumatólogo, por lo tanto envía al paciente a esta consulta especializada. Una vez que el traumatólogo está consultando al paciente, puede suceder que se requiera llevar a cabo una cirugía como mejor tratamiento para el paciente, para esto el traumatólogo solicita la cirugía a la Jefatura de Cirugías y el paciente es el encargado de llevar dicha solicitud. Ahí la Secretaria de la Jefatura necesita ciertos datos y lleva a cabo una decisión para proporcionarle una fecha tentativa. Además la Secretaria de la Jefatura solicita que al paciente se le practiquen los exámenes pre-anestésicos antes de la operación, los cuales avalan que el paciente tiene las condiciones de salud adecuadas. Luego el paciente tiene que presentarse en Admisión Hospitalaria en donde le preguntan algunos datos, verifican su vigencia de derechos y le dan instrucciones para que se presente a la cirugía. También el paciente debe llevar a la Jefatura de Ceye la Solicitud de Material de Osteosíntesis (en donde se detalla el material necesario para la cirugía) que elaboró el traumatólogo. Dado que la fecha de cirugía que se le proporcionó al paciente es tentativa, la fecha final es determinada al llevar a cabo la Programación Final de Cirugías, la cual se realiza entre el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye todos los días. Ellos tratan de respetar las cirugías pre-programadas y con base en diferentes factores, como la disponibilidad de material, quirófano, recursos humanos, etc., determinan qué pacientes serán operados para el día siguiente. El día de la cirugía el paciente se presenta en Admisión Hospitalaria y se interna para su operación, luego el paciente se recibe en la sala de operación, se anestesia y se practica la cirugía, en la cual participa el traumatólogo, la enfermera de quirófano, la enfermera ambulante y el anestesiólogo de quirófano, una vez que se termina la cirugía, puede suceder que el paciente requiera recuperarse uno o más días dentro del hospital o salir después de algunos minutos. Para esto el traumatólogo especifica su alta del hospital. Por otro lado la programación de cirugías también incluye a pacientes que están internados en la clínica, y la prioridad de estos es mayor al llevarse a cabo la programación de cirugías. Cuando se requiere que un paciente internado en la clínica sea operado, su traumatólogo asignado se encarga de solicitar personalmente la cirugía en la Jefatura de Cirugías. En cuanto a las urgencias que llegan a la clínica, cuando una de estas urgencias requiere una cirugía, se lleva a cabo en ese momento, desplazando o suspendiendo las cirugías que se tenían programadas, debido a que no se cuenta con un quirófano dedicado a urgencias. El quirófano en donde se llevan a cabo cirugías de traumatología sólo es uno. En cuanto al material de osteosíntesis requerido en la cirugías de traumatología, la Jefatura de Ceye cuenta con un suministro fijo, pero éste muy

frecuentemente es insuficiente; el departamento encargado de mantener los inventarios es la Jefatura de Abastecimiento y Almacén, en donde también frecuentemente no se cuenta con el material necesario, y quien surte a este departamento es una red extensa de suministros, ya que por lo regular el material se pide a una instancia de Mexicali, esta a su vez pide a Guadalajara y esta a su vez al DF. Por lo que, cuando no hay material para llevar a cabo una cirugía, esta es aplazada indefinidamente y continuamente suspendida.

Para comenzar con el análisis de la información obtenida del proceso de Traumatología se han identificado en primer lugar los elementos que permiten tener una visión general del problema existente, estos elementos son: las actividades principales relacionadas con el proceso que se identificó como problema, las personas involucradas, las interacciones encontradas entre personal para llevar a cabo el proceso, la información manejada, etc. De esta forma se procede a estructurar en un primer nivel (perspectiva funcional, comportamiento, organizacional e informacional) el problema estudiado.

Para lograr tener esa visión general del proceso de Traumatología, la estructuración de la información puede realizarse por medio del Catálogo de Usuarios (en donde quedan representados los involucrados en el proceso, sus responsabilidades y principales actividades), Diagrama de Flujo de Datos (que representa a la información manipulada y el flujo entre los sub-procesos) y la Gráfica Rica (que permite representar gráficamente a los involucrados, actividades, interacciones e información manipulada). A continuación, en la Figura 14 sólo se muestra la Gráfica Rica resultante, en donde se tiene una visión global del proceso, con interacciones. Por ejemplo la del “Paciente de consulta externa” y la “Secretaria de la jefatura de cirugía” cuando el paciente “Solicita programación”, para lo cual se necesitan los datos contenidos en la “Solicitud de Inter-consulta” también llamada “430200”, de donde se obtienen datos que después serán utilizados para llenar la “Hoja de pre-programación” que llena la “Secretaria de la jefatura de cirugía” al “Programar cirugía tentativamente”.

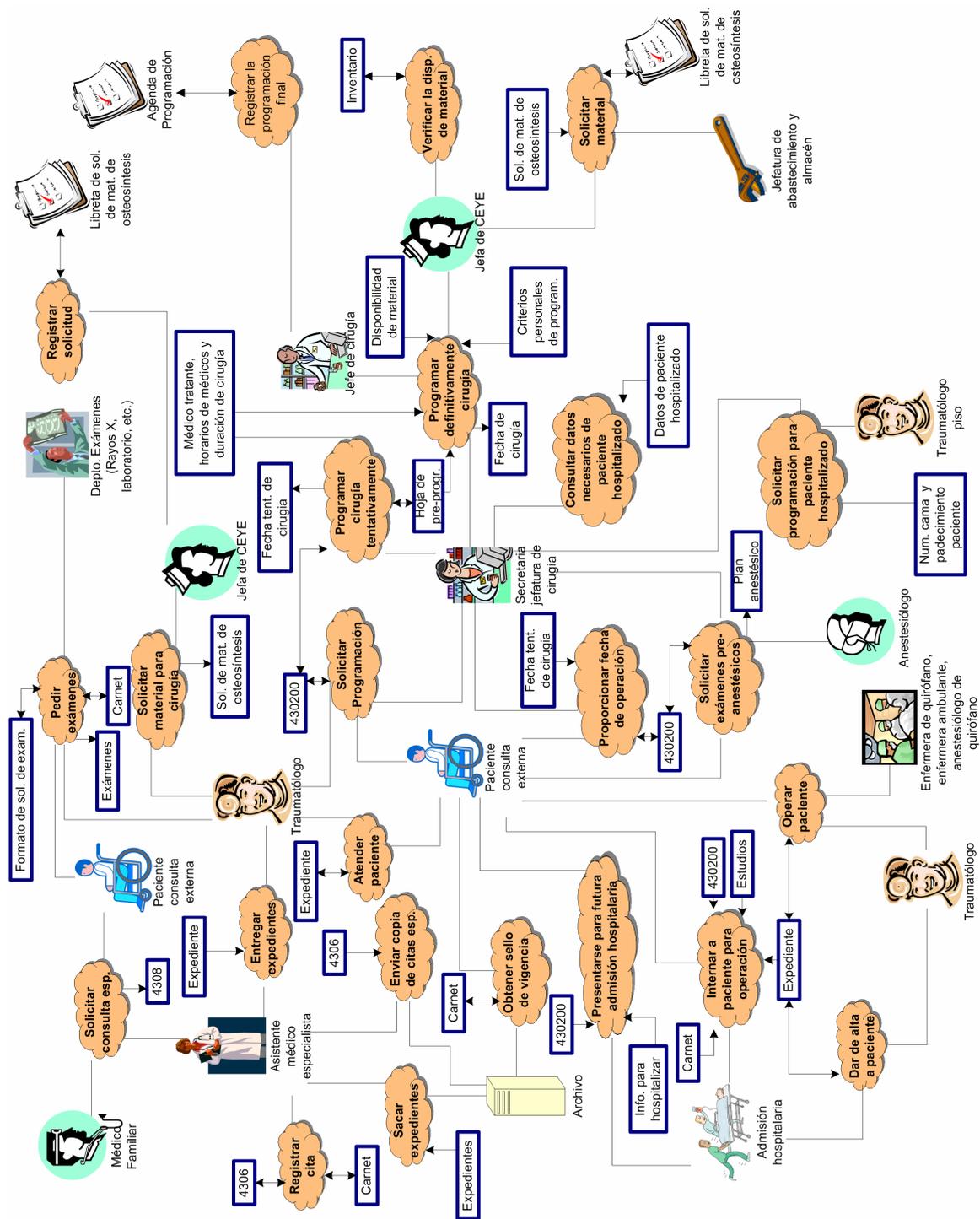


Figura 14. Gráfica Rica del proceso de Traumatología.

Cuando existe más de una persona llevando a cabo actividades clave dentro de los procesos es muy importante examinar la forma en como interaccionan, ya que es imprescindible lograr una adecuada coordinación entre ellas. Además, dado que esta metodología se enfoca a la toma de decisiones grupal, es particularmente importante este aspecto del proceso.

Al construir la Gráfica Rica del proceso de Traumatología se han identificado las interacciones entre involucrados, también podrán ser usados los Diagramas de Interacción para modelar exclusivamente estas interacciones, tal como se muestra en la Figura 15, la cual es un fragmento del diagrama completo de interacción que se encuentra en el documento S 1.4.1 del Apéndice C.

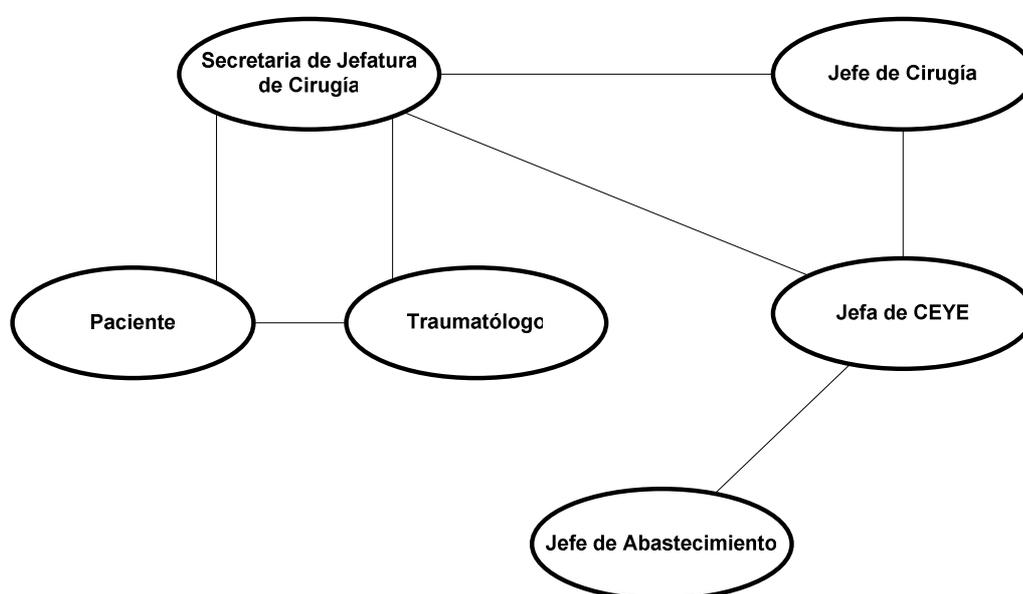


Figura 15. Fragmento del Diagrama de Interacción del proceso de Traumatología.

En este punto ya se conoce el ámbito del posible problema de decisión. Ahora, la siguiente actividad de la metodología es realizar un primer intento por identificar las partes del ámbito del problema que son importantes para el estudio y las que, aunque están relacionadas con el proceso(s), no son de relevancia dado el problema de decisión.

existir, y al identificar las metas es fácil posteriormente identificar los roles dentro del proceso y las actividades que se llevan a cabo para alcanzar dicha meta.

Como ya se mencionó existe un conjunto de actividades que deben ser llevadas a cabo para alcanzar dichos objetivos, por lo que al conjunto de estas actividades, así como la lógica para llevarlas a cabo se les llama rol.

Partiendo de las interacciones mostradas en la Figura 15, si ahora se sabe que cada interacción tiene un objetivo podemos identificarlos. Por ejemplo, en una de las interacciones llevadas a cabo entre la Secretaria de la Jefatura de Cirugía y el Jefe de Cirugía, la Secretaria persigue “proporcionar información de pacientes pre- programados para cirugía” y el objetivo del Jefe de Cirugía es “obtener la información de los pacientes pre-programados para poder llevar a cabo la programación final de cirugías”. Y la interacción entre la Jefa de Ceye y el Jefe de Cirugía tiene un mismo objetivo que es “programar definitivamente cirugías”. Un ejemplo de cómo se han estructurado los objetivos y posteriormente identificado los roles se presenta en la Figura 17, en la cual se hace uso de los Diagramas de Objetivos, con una ligera modificación que es simplemente agregar los roles que toma el involucrado para lograr el objetivo especificado.

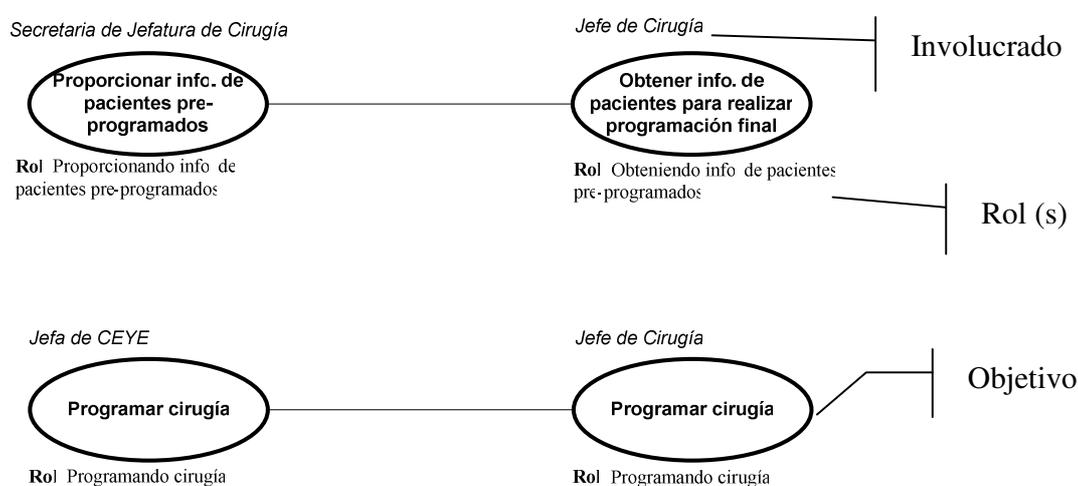


Figura 17. Fragmento Diagrama de Objetivos del proceso de Traumatología.

Una vez que se conocen los roles y objetivos de interacción, es tiempo de identificar las actividades llevadas a cabo, el orden en el que son realizadas, en qué ocasiones se realizan algunas actividades en lugar de otras y qué actividades se llevan a cabo de forma paralela. Por otro lado, cuando simplemente se requiere identificar las actividades que dan forma al proceso o procesos estudiados, se puede ir descomponiendo el proceso en subprocesos de forma gradual. Las técnicas de modelado que se recomiendan para estructurar y analizar las

actividades llevadas a cabo son: IDEF0, RAD, Diagramas de Actividad y Matriz Rol/Actividad.

Dentro del ejemplo del proceso de Traumatología, en la Figura 18 se presentan los RAD's correspondientes a los roles: "Secretaria de J. de C.-Proporcionando hoja de pre-programación de cirugías", "Jefe de Cirugía-Programando cirugía" y "Jefa de Ceye-Programando cirugía". Dado que no se están detallando demasiado las actividades, los diagramas son muy sencillos.

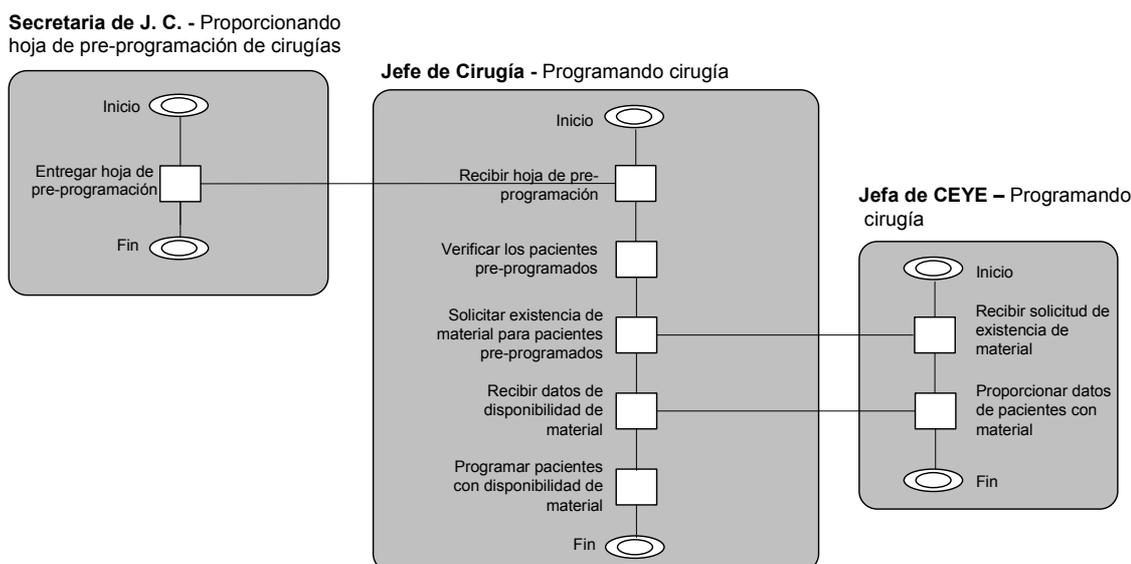


Figura 18. RAD del subproceso de Programación de Cirugías de Traumatología.

En cuanto a la última actividad de esta fase se puede decir que, al ir obteniendo información del ámbito del problema uno de los elementos más importantes dentro de esta metodología son el conocer el aspecto social del ámbito del problema, es decir, además de simplemente conocer quienes son los involucrados y sus roles, también se debe explorar cuáles son sus preocupaciones al llevar a cabo sus actividades, así como sus perspectivas, lo que opinan de cómo se están llevando a cabo los procesos, etc. La Gráfica Rica es una herramienta de modelado que posee formas para expresar lo anterior gráficamente.

Para este fin, en la Figura 19 se presenta la Gráfica Rica correspondiente al proceso de traumatología. Dentro de las preocupaciones que más llaman la atención están: "Ojalá ahora si operen a este paciente" por parte de la Secretaria de la J. de C., "No es posible que no exista este material de osteosíntesis, es muy común" por parte del Traumatólogo, "Se debería tener en existencia todo el material necesario" por parte de la Jefa de Ceye, "La programación de cirugías está mal, en general los pacientes tienen que esperar mucho por su cirugía" por parte del Jefe de Cirugía.

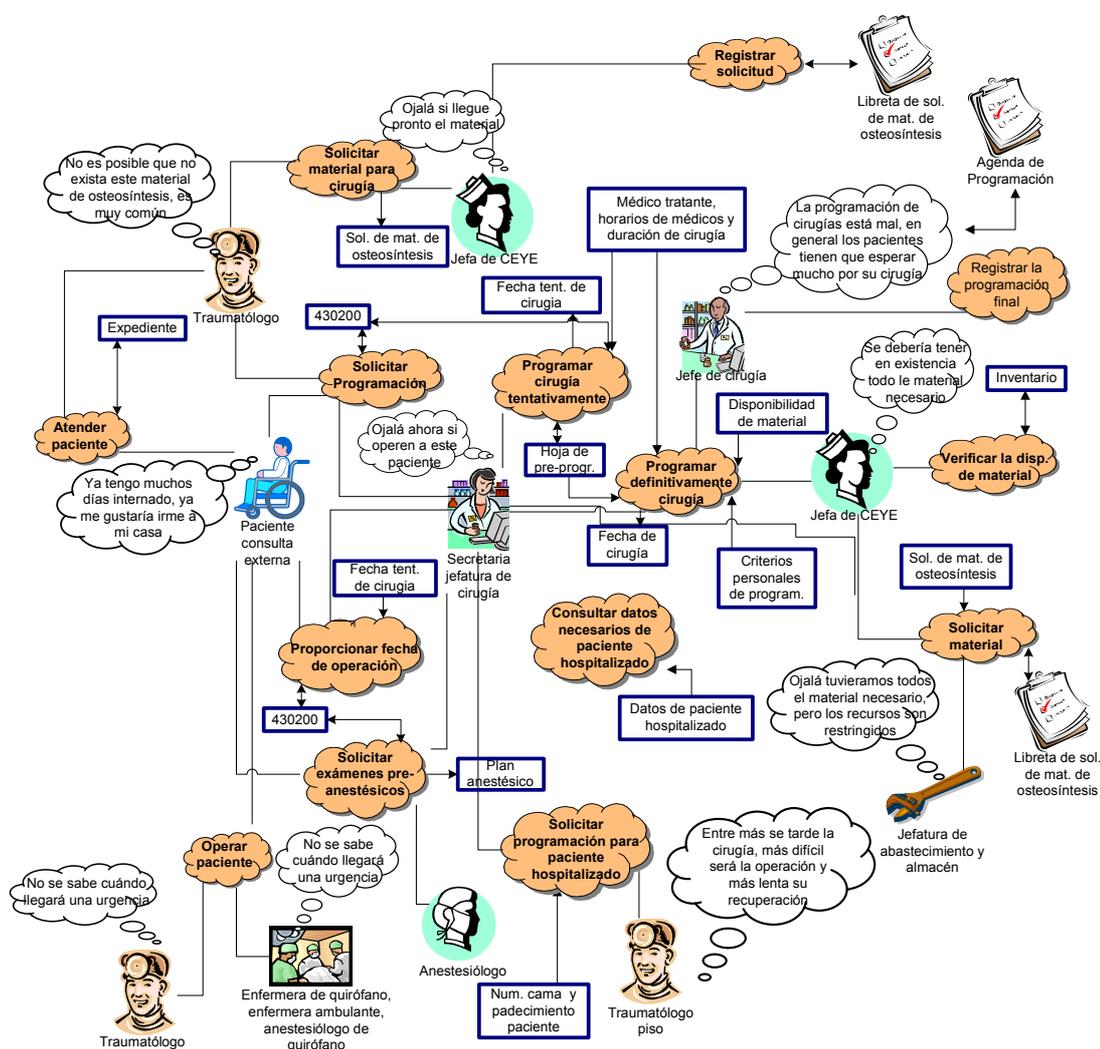


Figura 19. Gráfica Rica del proceso de Traumatología, con preocupaciones.

Cabe destacar, que las preocupaciones ayudan a hacer una mejor definición del problema, por que lo que detectar las correctas preocupaciones de los procesos es muy importante.

Hasta este momento se ha estudiado el ámbito del posible problema de decisión. De esta forma se tiene el conocimiento suficiente para poder definir el problema de decisión. A continuación se explica cómo éste se define, tomando como ayuda el caso de estudio realizado.

III.6 Fase 2: Definición del problema de decisión

Varias veces se comienza a resolver el problema de decisión (de aquí en adelante problema) antes de que éste haya sido claramente definido. Si no se identifica el problema correcto, éste tendrá que ser analizado varias veces, así que para evitar esto, es necesario asegurar que se trabaje en el problema correcto.

Por lo tanto, el objetivo de ésta fase es detectar el problema a ser resuelto, así como entender -de forma indirecta- las causas del problema. Para la realización de esta fase, la información de entrada proviene tanto de los resultados obtenidos en la fase anterior como de información del ámbito del problema que no fue tomada en cuenta en la primer fase y la salida está constituida por la formulación formal del problema.

Dado que la primer actividad de esta fase de la metodología, que se requiere hacer es analizar el ámbito del problema desde un alto nivel, el tener el modelado y la descripción textual del proceso de Traumatología ayuda a lograr este análisis más fácilmente.

Por otro lado es importante conocer que existen varias dificultades al identificar problemas. Una de ellas es confundir el síntoma de un problema en el problema en si. Por ejemplo se podría decir que el problema en una compañía son los costos excesivos, cuando en realidad el problema es un nivel de inventario inadecuado y los costos excesivos que está teniendo la compañía sólo son los síntomas del problema.

En cuanto al caso de estudio existe una tendencia por definir el problema en términos de su solución, ya que una posible solución es tener más recursos materiales y humanos para que no sean suspendidas tantas cirugías, por ejemplo más quirófanos y médicos traumatólogos. Así el problema que se tenía era “Recursos limitados de la clínica en cuanto a traumatólogos y quirófanos”. Pero hacer esto es como saltar a la conclusión antes de que el problema real sea conocido, pues efectivamente se está dejando a un lado información importante, como por ejemplo el hecho de que la clínica no maneja un presupuesto lo suficientemente amplio como para equipar otro quirófano y contratar más traumatólogos. Este planteamiento de problema es una de las formas más obvias de plantearlo.

Existe otro problema que se presenta al identificar los problemas, el cual tiene que ver con la percepción. Esta dificultad surge de la necesidad de uno o más individuos del ámbito estudiado de protegerse de información negativa y de defender una posición.

Dentro del caso de estudio, se pudo percibir que los individuos en algunas ocasiones distorsionaron y/o eliminaron información negativa, y al suceder esto se dan las dificultades para descubrir el problema real, ya que se detectaron contradicciones, creando ambigüedad al tratar de identificar y definir el problema de decisión.

Basado en lo anterior la recomendación es, al estar identificando y definiendo el problema, estar alerta al surgimiento de alguna de estas dificultades.

Con la información ya recabada en la fase previa lo primero es preguntarse si para resolver el problema existen una o varias situaciones de decisión claves. Si el problema puede resolverse sin que haya una decisión trascendente involucrada no se trata de un problema de decisión, por lo que no tiene caso seguir esta metodología para estructurar el problema y eventualmente brindarle un soporte con Tecnología de Información (TI). En este mismo sentido, es importante que la decisión sea tomada de forma grupal, ya que al igual que en el caso anterior, sin una toma de decisiones de este tipo no tendría caso seguir esta metodología. Si inminentemente existe al menos una toma de decisión que tiene que ver con la resolución del problema, entonces se trata de un problema de decisión.

Al analizar la información del caso de estudio es posible darse cuenta que sí se lleva a cabo una toma de decisiones grupal y que ésta decisión juega un papel principal dentro del proceso; esta decisión es la que se lleva a cabo al programar las cirugías del día siguiente, por medio de la cual podría atacarse el problema de las múltiples suspensiones. En esta decisión participan el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye.

Algunas veces los problemas están muy relacionados con aspectos sociales como la insatisfacción de los clientes, la baja motivación de los trabajadores, etc., por lo que se recomienda que se tome muy en cuenta esta parte en la formulación del problema, así como las preocupaciones de los involucrados. De esta forma, además de las preocupaciones ya identificadas en la fase anterior se debe preguntar a cada uno de los directamente involucrados ¿qué hizo suponer que existía el problema?, siendo las siguientes algunas de las respuestas obtenidas:

Pasa demasiado tiempo desde que se detecta que un paciente requiere una cirugía de traumatología hasta que le es practicada, además de que si se trata de un paciente hospitalizado se están generando costos al hospital.
Jefe de Cirugía

Se tienen muchas suspensiones de cirugías en un área que no debería, ya que las cirugías de traumatología idealmente deben de ser realizadas rápidamente.
Jefe de Cirugía

Los pacientes esperan mucho por el material de osteosíntesis requerido para su cirugía.
Jefa de Ceye

Los pacientes acuden molestos a pedir que se les re programe su cirugía, pues cuando esto sucede es porque su cirugía se suspendió.
Secretaria de Jefatura de Cirugía

Para un mejor planteamiento del problema, además de la información que ya se tiene del ámbito del mismo, deben ser tomadas en cuenta las suposiciones que cada uno de los

involucrados tiene acerca de la existencia del problema, pues son ellos los directamente afectados por el problema y la percepción que cada uno tenga es particularmente importante. Una vez que se conoce el problema de decisión y las suposiciones de los involucrados, la siguiente actividad de la metodología se refiere a hacer una primer suposición de cuál es el problema de decisión.

El problema de decisión planteado es:
¿Cómo programar las cirugías a los pacientes buscando: reducir el tiempo que pasa desde que un doctor traumatólogo indica la operación a un paciente hasta que el paciente es operado, reducir el costo para la institución y aumentar la satisfacción del paciente?
 De esta forma el problema se localiza en la Jefatura de Cirugía, la Jefatura de Ceye y en la Jefatura de Abastecimiento, dado que gran parte de la espera y suspensión de cirugías son causadas por la falta de material quirúrgico.

Es importante tomar en cuenta que aunque ya se tenga una formulación formal del problema ésta puede cambiar, conforme se va obteniendo más conocimiento del problema de decisión y su entorno. Es particularmente importante cuestionar el problema cuando las circunstancias que envuelven a éste son muy variables o cuando se obtiene información nueva.

III.7 Fase 3: Identificación de los componentes del problema de decisión y realización de cambios necesarios

De aquí en adelante se hace más demandante la tarea de entender el problema de decisión. Al descomponer el problema en sus piezas y sus relaciones se puede asegurar una mejor comprensión. De esta forma, aquí se lleva a cabo la formulación de un marco de referencia general para la toma de decisiones.

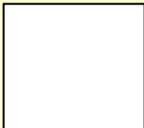
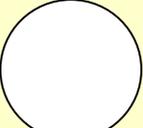
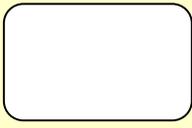
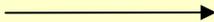
Las actividades de la primer fase de esta metodología están orientadas a estructurar y entender el ámbito del problema, en esta tercer fase la estructuración, entendimiento y análisis, se enfoca en el problema de decisión y en sus componentes, es decir se realiza parte del “segundo nivel de estructuración” para el problema de decisión y finalmente se lleva a cabo, si es que se considera necesario, un rediseño del proceso. Por lo tanto, el objetivo de esta fase es conocer cómo se lleva a cabo la decisión o decisiones del problema, así como conocer elementos que ayudarán en la construcción del modelo del problema de decisión. También, al conocer mejor detalles, podría surgir un cambio en la definición del problema y/o en la forma en que se lleva a cabo la decisión o decisiones del problema.

Como entradas a esta fase se tiene: el modelado de los procesos que forman el ámbito del problema, la definición de éste e información más detallada de la decisión o decisiones. Estas entradas sirven para llevar a cabo las actividades de esta fase, de la cual también se tienen productos, los cuales en esta caso son: el modelado y conocimiento a fondo del aspecto de decisión del problema, tanto de la forma en como es tomada la decisión originalmente dentro del proceso, como de la toma de decisiones rediseñada, ya que al

estudiar cómo es tomada la decisión se pueden detectar problemas en el proceso de decisión como por ejemplo, ambigüedad en los criterios tomados en cuenta, incertidumbres mal estimadas, etc.; lo cual debe ser rediseñado para lograr decisiones mejor tomadas.

En cuanto al modelado del aspecto de decisión del problema, se puede decir que al igual que sucede con los procesos al utilizar el modelado como un apoyo para un mejor entendimiento de éstos, en los problemas de decisión se utilizan técnicas específicas de modelado para los componentes de la decisión. Los más conocidos y usados son los Diagramas de Influencia, los cuales son una herramienta gráfica usada para modelar la estructura de un problema de decisión y facilitar la comunicación entre equipos multidisciplinarios. Estos se basan en tres formas específicas para representar el problema de decisión: las decisiones, las incertidumbres y los objetivos. En la Tabla IV se muestra la notación usada para la construcción de los diagramas de influencia.

Tabla IV. Notación usada al construir Diagramas de Influencia.

<i>Elementos</i>			
			
Decisiones	Incertidumbres	Resultados Finales	Influencias

En la Figura 20 se puede observar un ejemplo del modelado del problema de decisión de Programación de Cirugía usando Diagramas de Influencia, el cual corresponde al problema de decisión extraído del caso de estudio, el cual no es explicado en esta etapa de presentación, sino que simplemente es usado para mostrar un ejemplo práctico del uso de los Diagramas de Influencia.

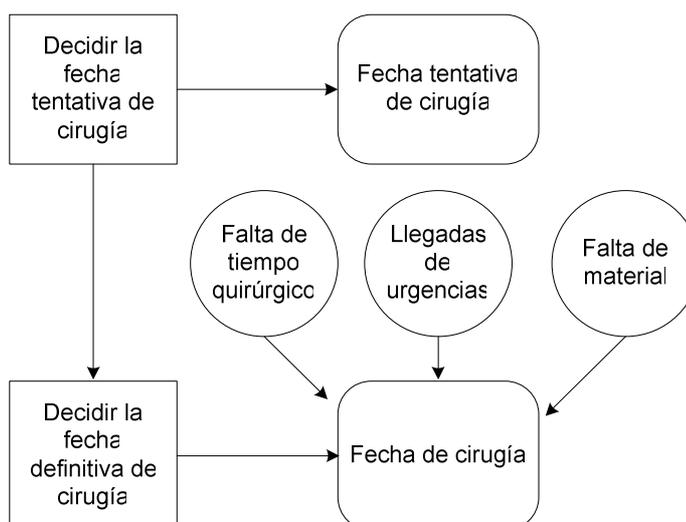


Figura 20. Diagrama de Influencia del problema de programación de cirugías de traumatología.

En esta Figura 20, puede observarse que el problema consta de dos decisiones, pero para poder llevar a cabo la decisión de la fecha definitiva de cirugía es necesario haber realizado la decisión de la fecha tentativa de cirugía, además cada decisión tiene un resultado y en particular el resultado que se logre al decidir la fecha definitiva de cirugía depende tanto de la decisión tomada como del resultado de las incertidumbres.

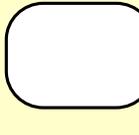
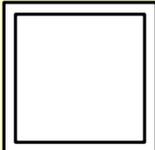
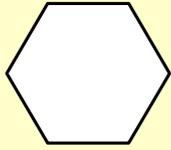
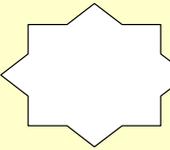
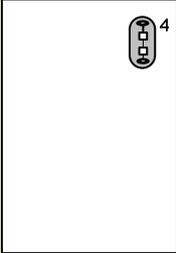
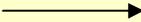
Como ya se mencionó en el capítulo anterior, lo que se está buscando actualmente en la solución de problemas de decisión es tomar en cuenta de forma adecuada la mayor cantidad de aspectos organizacionales y sociales, es decir tener una visión más real de los problemas. Además, debe también tomarse en cuenta de forma especial los ambientes grupales de decisión.

De esta forma, los Diagramas de Influencia se tornan ineficientes, ya que sólo permiten estructurar e identificar aspectos técnicos de la decisión, quedando fuera de su representación, aspectos organizacionales y sociales.

En este sentido, James F. Courtney (Courtney, 2001) asegura que muchas herramientas y técnicas nuevas deben ser ideadas para ayudar a los analistas y/o tomadores de decisión a hacer frente al arreglo confuso de problemas interconectados que ellos están enfrentando. Por lo tanto, para propósitos de mejorar la representación, estructuración y análisis de problemas de decisiones, sus componentes y contextos organizacionales, creamos otras técnicas de modelado para los problemas de decisión y adaptamos otras. El conjunto de estas técnicas está formado por el Modelo Global de la Decisión, RAD de Actividades Internas a la Decisión, Diagrama Detallado de Decisión y Diccionario de Información Utilizada.

Comenzando con la definición de la notación usada para construir cada uno de éstos diagramas, en primer lugar tenemos que, el Modelo Global de la Decisión es la técnica diagramática que creamos en su totalidad, buscando se pudieran representar un conjunto más amplio de elementos de la decisión, únicamente se basa en la idea de influencias, es decir qué elementos de la decisión influyen sobre otros, pero además busca representar qué roles llevan a cabo las actividades y decisiones. Además, permite tener una visión de alto nivel de las decisiones dentro del problema, las actividades externas relacionadas con la decisión, resultados tanto de las decisiones como de las actividades e involucrados en ambas. En la Tabla V se muestra la notación usada para modelar problemas de decisión por medio de Modelos Globales de Decisión.

Tabla V. Notación usada al construir Modelos Globales de Decisión.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Actividades externas relacionadas con la decisión.		Objetivos de la decisión.
	Decisiones del problema.		Incertidumbres.
	Resultados tanto de las decisiones como de las actividades externas.		Criterios de la decisión.
	Involucrados en la decisión o en la actividad externa.		Agrupadores. Permite agrupar las decisiones o actividades con los involucrados y relacionar tanto las decisiones como las actividades externas, con las actividades internas que serán representadas en el RAD de Actividades Internas a la Decisión ó Diagrama Detallado de Decisión.
	Influencia entre actividades y decisiones.		

Con el fin de mostrar como cada uno de estos elementos se combinan para modelar de forma global un problema de decisión. En la Figura 21 se presenta una parte del modelo global de decisión del problema de programación de cirugías de traumatología, el cual corresponde el problema modelado en la Figura 20. En dicha figura se puede observar que además de sólo representar las decisiones, incertidumbres y resultados, también son representadas las actividades externas a la decisión que están muy relacionadas a ésta. También se representan los objetivos que se buscan al tomar la decisión y criterios de la decisión. Además por medio de los agrupadores, es posible representar quiénes son las personas involucradas en la decisión y cuál es el número que identifica a cada una de las decisiones o actividades, al representarlas detalladamente por medio de los RAD de Actividades Internas a la Decisión ó Diagrama Detallado de Decisión.

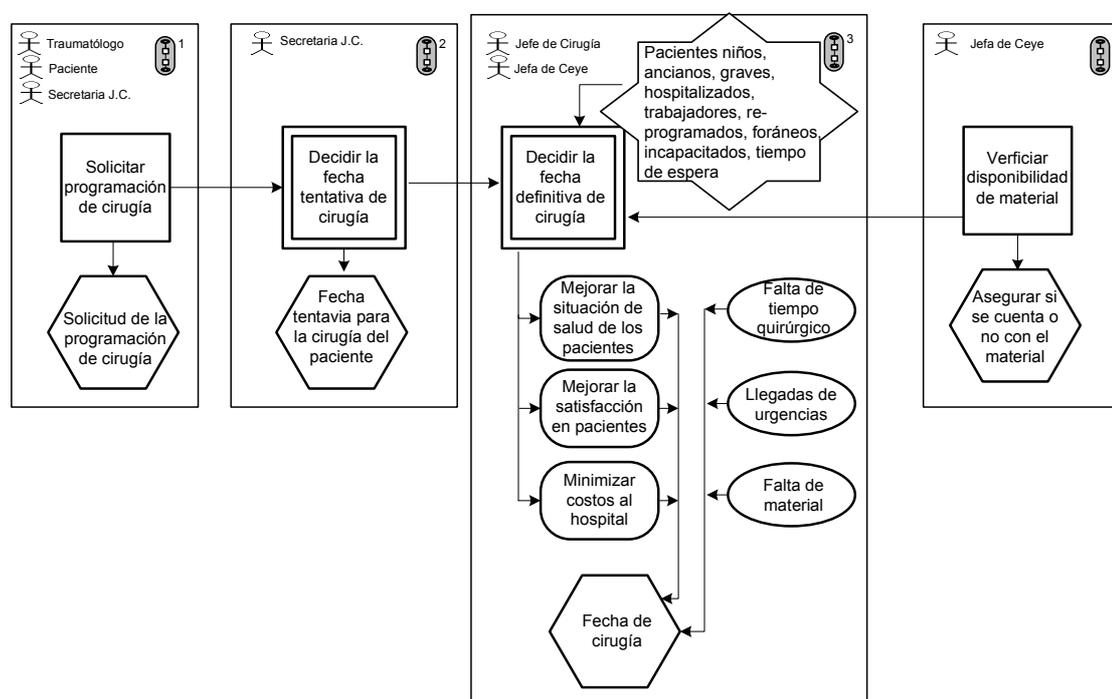


Figura 21. Parte del modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología.

Enseguida, se explica otra de las técnicas de modelado creadas, la cual es llamada, RAD de Actividades Internas a la Decisión o Actividad Externa, que como su nombre lo indica permite representar de forma más detallada las actividades y decisiones representadas de manera abstracta en el Modelo Global de la Decisión. En particular esta técnica de modelado, se basa en los RAD's (técnica ya explicada en el capítulo II), pero hemos agregados otros elementos diagramáticos para representar también elementos de decisión. Por ejemplo, ideamos el uso de dobles recuadros como los que se muestran en la Figura 23 para representar actividades internas a decisiones ó simples recuadros para representar actividades internas a actividades externas relacionadas con la decisión, es decir dado que en la Figura 21 se muestra la decisión "Decidir la fecha definitiva de cirugía" y por medio del RAD de Actividades Internas a la Decisión es posible representar los detalles de esta decisión y para indicar que se trata de las actividades detalladas de una decisión se utiliza un doble recuadro. Si por otro lado, se requiere representar los detalles de una actividad externa relacionada con la decisión como por ejemplo, la actividad "Solicitar programación de cirugía" de la Figura 21, el RAD de Actividades Internas a la Actividad Externa se representaría con un recuadro simple en lugar de un doble recuadro como el mostrado en la Figura 23.

También ideamos utilizar un número en la parte superior izquierda indicando a qué actividad ó decisión del Modelo Global de Decisión corresponde el RAD de Actividades Internas a la Decisión o Actividad Externa. En la Figura 22 se muestra esta

correspondencia al indicar que la decisión que se encuentra en el Agrupador 3 del Modelo Global de la Decisión corresponde y se encuentra detallada en el RAD de Actividades Internas a la Decisión Internas a la Decisión marcada con el mismo número.

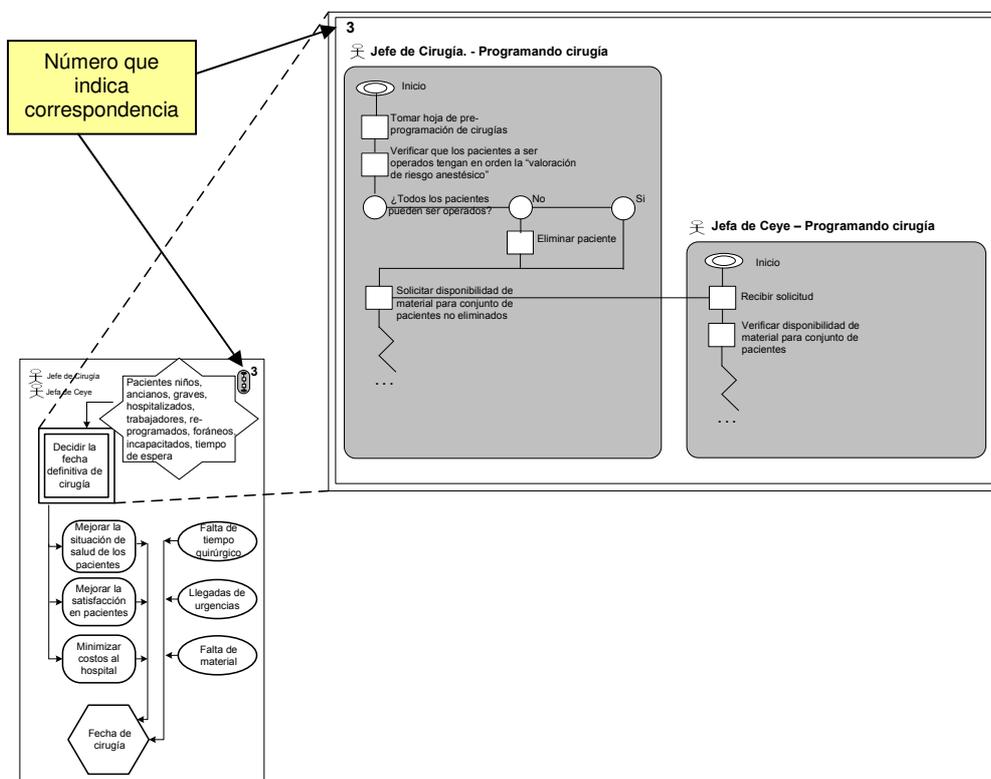


Figura 22. Relación entre un Modelo Global de Decisión y un RAD de Actividades Internas a la Decisión.

En general, de esta forma se adecuan los RAD's para representar la información referente a las decisiones. En la Figura 23 se muestra un ejemplo de un fragmento del RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, por lo que se puede observar que el número mostrado en la esquina superior izquierda es el 3, indicando que corresponde a la agrupación etiquetada con este número en la Figura 21.

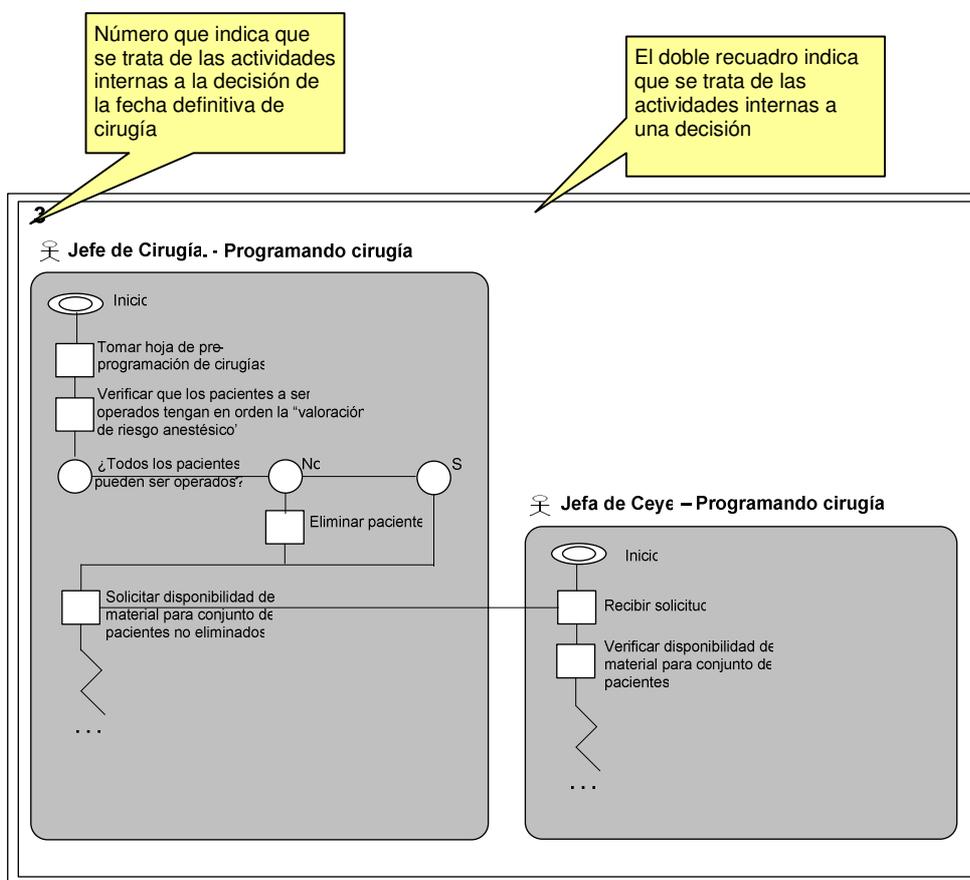


Figura 23. Fragmento del RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

Tabla VI. Elementos adicionales al RAD de Actividades Internas a la Decisión, usados en la construcción de los Modelos Globales de Decisión.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Información necesaria para llevar a cabo cada actividad de la toma de decisiones.		Preocupaciones de los involucrados en la decisión.
	Incertidumbres del problema de decisión.		Sub-procesos dentro de las actividades internas a la decisión.
	Marcador de Decisión. son usados para indicar en qué actividad general se está llevando una decisión.		

Otra técnica diagramática creada y usada para la metodología es el Diagrama Detallado de Decisión, el cual es una extensión del RAD de Actividades Internas a la Decisión, ya que simplemente se agregan más elementos diagramáticos que permitan representar, estructurar y analizar de mejor manera el problema de decisión. El objetivo de este diagrama es poder representar y estructurar de manera más detallada el problema de decisión grupal, incluyendo algunos de los componentes más importantes de la decisión. En la Tabla VI, se muestra la notación de estos nuevos elementos.

En la Figura 24, se muestra un fragmento de Diagrama Detallado de Decisión, en el cual se puede observar las preocupaciones que tiene cada uno de los involucrados en la decisión, la información manipulada y las incertidumbres identificadas para el problema representado. Estos también se relacionan con una decisión del Modelo Global de Decisión por medio de un número como se mostró en la Figura 22 y a diferencia de los RAD's de Actividades Internas a la Decisión, los Diagramas Detallados de Decisión se utilizan cuando se requiere mostrar información más detallada de la decisión.

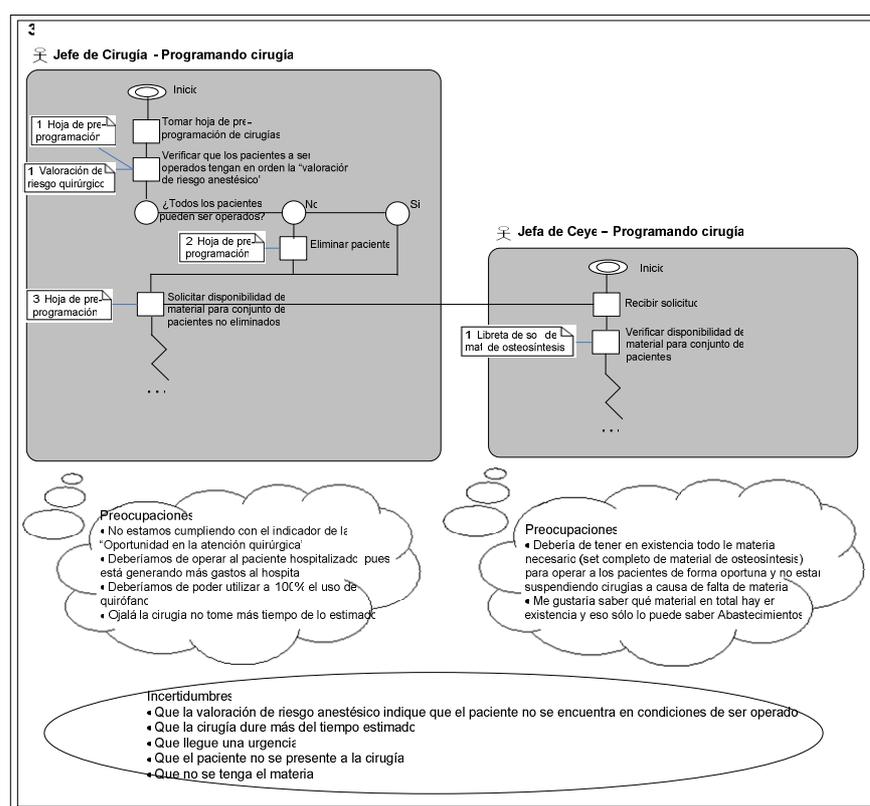


Figura 24. Fragmento del Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

Suponiendo que en la figura anterior se tuviera señalado un sub-proceso, éste sería estructurado en otro diagrama detallado de decisión y la forma en como se relacionaría este sub-proceso con el proceso original sería por medio del mismo número identificador de la

esquina superior izquierda y una símbolo de sub-proceso, tal como se muestra en la Figura 25.

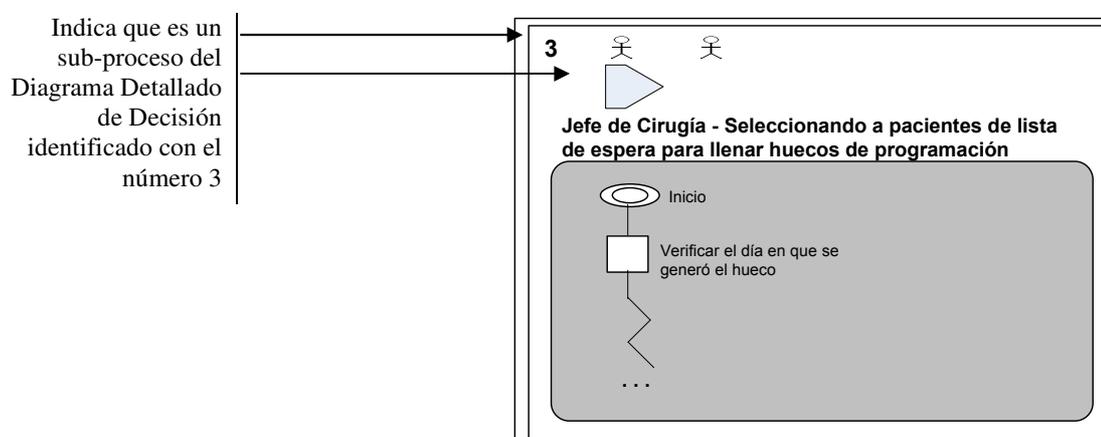


Figura 25. Ejemplo del sub-proceso del Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

Finalmente, el Diccionario de Información Utilizada se basa en los Diccionarios de Datos, pero las mejoras que le realizamos buscan representar en qué actividad se utiliza dicha información, qué elemento de información la contienen (nombre de los documentos), cuáles son los datos específicos usados y qué rol hace uso de dicha información. Información acerca de su notación se encuentra en el Apéndice A.

Una vez que se introducen las herramientas diagramáticas creadas y usadas para representar a los problemas de decisión, se comienza con la primer actividad de esta fase, la cual se refiere a analizar más detalladamente el aspecto de decisión del problema y por lo tanto es importante hacer un esfuerzo por delimitar mejor el problema. En la primer fase se delimitó un poco el ámbito del problema estudiado, en esta fase, dado que ya se tiene un buen entendimiento del ámbito del problema y ya se ha definido el problema de decisión es posible delimitar mejor los procesos que tienen que ver con el problema de decisión. Es importante que al delimitar el problema se tomen en cuenta varios factores, por ejemplo, se puede encontrar que el problema va más allá de los recursos disponibles incluyendo el tiempo.

Por ejemplo, al analizar la definición del problema de decisión del escenario de traumatología, el problema está relacionado con una necesidad de reducir tiempos de espera para cirugía por parte de pacientes, reducir costos relacionados a la institución y aumentar satisfacción de los pacientes. Por lo tanto es posible delimitar mejor el campo de estudio del problema de decisión. De esta forma, al analizar las diferentes actividades generales del proceso de traumatología se sabe que la manera en como el Traumatólogo consulta al Paciente en la consulta externa no tiene nada que ver en la decisión tomada al

programar cirugías, pero por otro lado, la solicitud de programación que el traumatólogo realiza si es importante dado que ahí se genera información que juega uno de los papeles centrales a la hora de decidir la fecha y hora de la cirugía. Similarmente, la Secretaria de la Jefatura de Cirugía solicita los exámenes pre-anestésicos necesarios para avalar una salud adecuada del paciente para la cirugía, pero dado que los tiempos en que se practican dichos exámenes son adecuados y en este sentido no retrasan de ninguna manera la programación, se determina dejar esta actividad fuera del estudio del problema de decisión de programación de cirugías. Así mismo, también se establece que la actividad misma de operar paciente no repercute ni en tiempos, ni en costos, puesto que ésta debe ser realizada y el costo de realizarla sería el mismo si se realiza mañana o dentro de 30 días, es decir no tiene que ver con el tiempo de espera del paciente, ni en los recursos generados suponiendo que el paciente en espera está internado en el hospital.

Por último, la solicitud de Material de Osteosíntesis, es un ejemplo de delimitación del problema dados los recursos disponibles, pues esto también debe ser tomado en cuenta al delimitar un problema. En particular en este caso, la cadena de abastecimiento es muy larga, ya que el Traumatólogo solicita el material a la Jefatura de Ceye, si ahí no se encuentra a disposición, ésta lo solicita al departamento de Abastecimiento y Almacén, y cuando el material no esta tampoco en existencia, la jefatura lo pide a Mexicali y ellos a su vez a Guadalajara o el D.F., por lo tanto, dados los recursos de tiempo y dinero el alcance del problema estudiado se establece hasta el departamento de Abastecimiento y Almacén. En la Figura 26 se muestra la Gráfica Rica delimitada, centrándose en los aspectos del proceso de traumatología que serán estudiados dado el problema de decisión detectado. Si se prefiere los límites también pueden ser señalados sobre algún otro de los diagramas producidos como el RAD, IDEF0, Matriz Rol/Actividad, Diagramas de Actividad, etc.

Entonces, la idea es que el estudio de los procesos se enfoque en aquellos relacionados con el problema de decisión y que estos procesos sean fácilmente identificables. Además, la delimitación también busca un enfoque en la parte de los procesos para los cuales se requiere dar soporte.

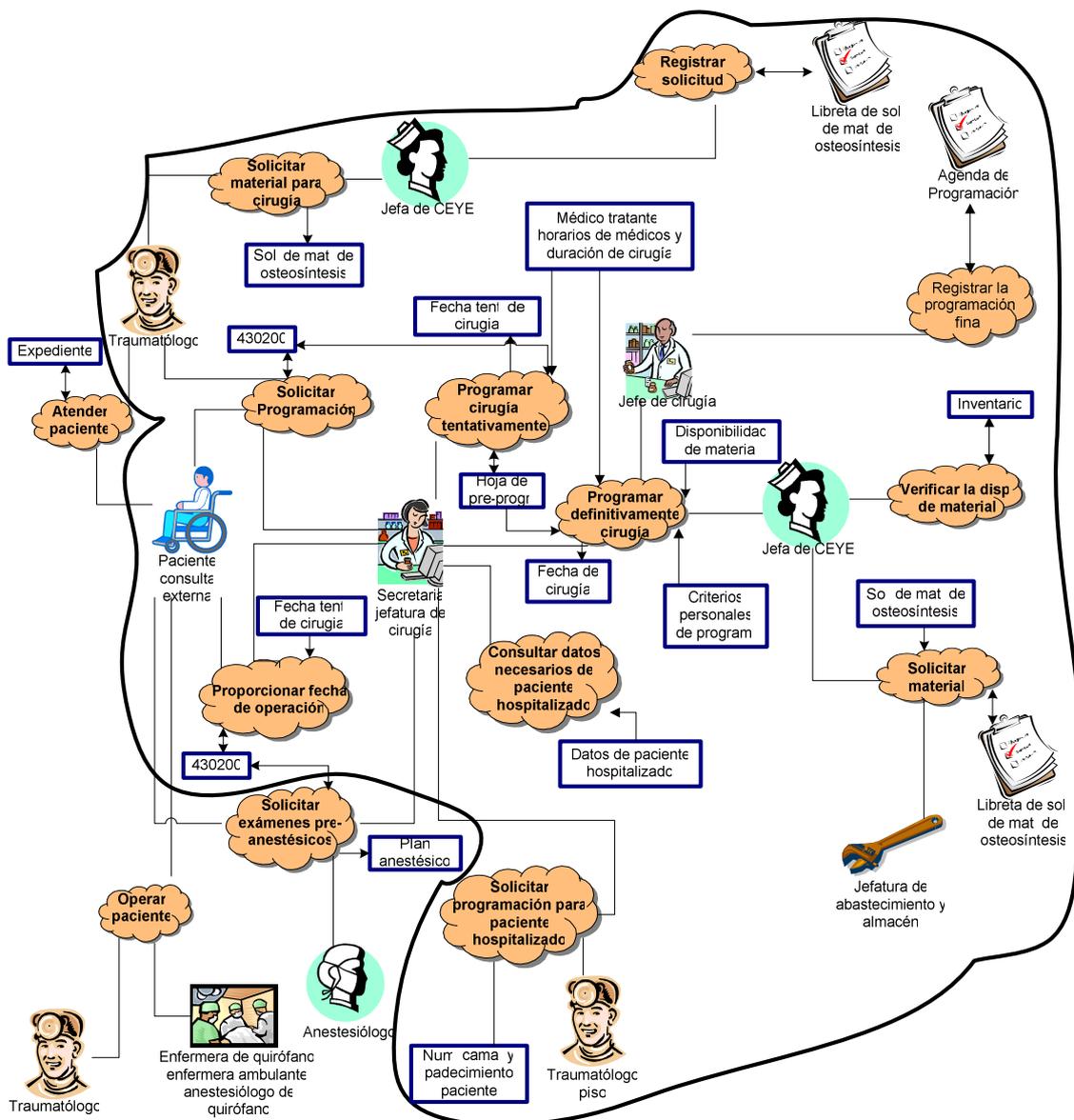


Figura 26. Delimitación del proceso de Traumatología de acuerdo al análisis del problema de decisión.

Una vez determinados los límites del problema de decisión es posible concentrarse en las actividades que están relacionadas directamente con el problema de decisión, pero antes de detallar estas actividades es necesario localizarlas.

Por ejemplo, al tomar los RAD's correspondientes al proceso delimitado se indica en cuáles actividades se lleva a cabo una toma de decisiones relacionada con el problema. En las Figura 27 y 28 aparecen fragmentos del proceso delimitado, en donde se tienen dos subprocesos modelados. En la Figura 27 aparece el subproceso "Programación tentativa de cirugías de traumatología" y

en la Figura 28 se muestra el subproceso “Programación de cirugías de traumatología”. En ambos se señala con un doble recuadro y una figura con dos flechas (indicando decisión), las actividades en donde, precisamente se lleva a cabo una toma de decisiones.

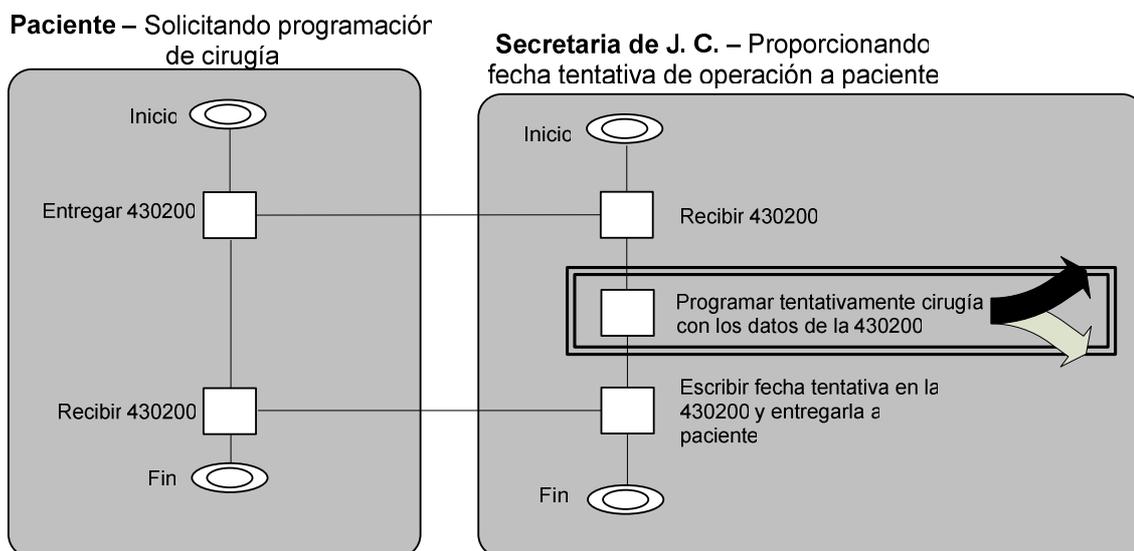


Figura 27. RAD del subproceso “Programación tentativa de cirugías de traumatología” indicando la actividad en donde se lleva a cabo una decisión.

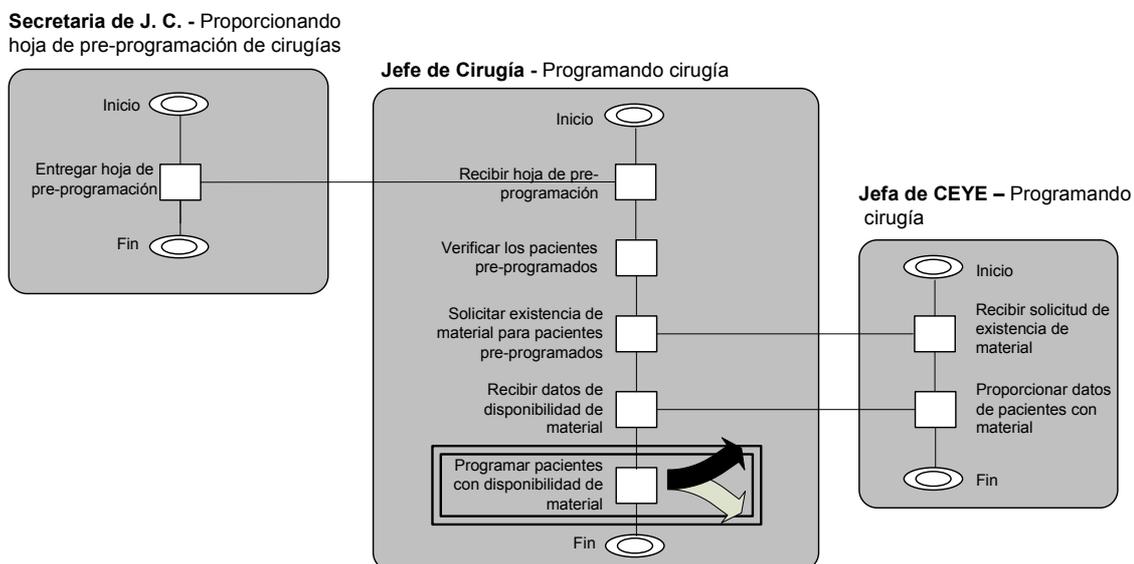


Figura 28. RAD del subproceso “Programación de cirugías de traumatología” indicando la actividad en donde se lleva a cabo una decisión.

Cuando ya se han localizado las actividades correspondientes al proceso o procesos de decisión, es posible comenzar a identificar las decisión en sí e identificar a los

involucrados, las actividades internas a la decisión y resultados de la misma. Así, a partir de esta actividad de la metodología se comienza a dar estructura al problema de decisión, por medio de identificar ciertos componentes de la decisión y representarlos gráficamente por medio del modelado. Además la estructura del problema también incluye las actividades externas directamente relacionadas o que le dan soporte a la decisión(es).

Entonces se recomienda que primero se tenga una visión de alto nivel de las decisiones, las actividades externas relacionadas con la decisión, resultados tanto de las decisiones como de las actividades e involucrados en ambas. Esta visión se puede tener al modelar estos aspectos por medio de la técnica “Modelo Global de la Decisión”.

En la Figura 29 se ilustra el Modelo Global de la Decisión del Problema de Programación de Cirugías de Traumatología. Ahí se representan las actividades externas a la decisión, tales como Solicitar Programación de Cirugía, Verificar Llegada de Material, entre otras; por supuesto, también se modelan las decisiones, en este caso Decidir la Fecha Tentativa de Cirugía y Decidir la Fecha Definitiva de Cirugía. Al llevar a cabo actividades y decisiones se obtienen resultados, los cuales también aparecen en la figura. Y al tomar las decisiones se persiguen objetivos y suceden eventos inciertos, los cuales más adelante también se estructuran por medio de este modelo. Por otro lado, como se puede observar en la Figura 29, también se puede conocer quién lleva a cabo las actividades externas y lo más importante es que se identifica a las personas que participan en la toma de decisión, por ejemplo se puede observar que la única decisión grupal es llevada a cabo por el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye al decidir la fecha definitiva de cirugía. Por último las flechas también juegan un papel muy importante, pues permiten conocer la influencia entre actividades y decisiones, por ejemplo para poder decidir la fecha definitiva de cirugía se debe decidir la fecha tentativa de cirugía y para verificar la disponibilidad de material se debe tener un registro de las existencias de material.

Cada una de las decisiones representadas en el “Modelo Global de la Decisión” tiene asociadas un conjunto de actividades internas, las cuales son las que se requiere llevar a cabo para tomar la decisión.

En cuanto a estas actividades, se debe buscar que cuando se representen, éstas sean muy detalladas, pues al detallarlas se conocerá cómo se toman las decisiones y se tendrán bien identificadas las actividades a las cuales se requiere dar soporte.

De acuerdo al Modelo Global de la Decisión de la Figura 29, para llevar a cabo la decisión “Decidir la fecha definitiva de cirugía” se deben realizar un conjunto de actividades que conlleven el manejo de información relevante para la decisión. Se recomienda que las actividades internas a la decisión sean representadas por medio de RAD’s de Actividades Internas de la Decisión. En esta caso, se detallan en el “RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía” correspondiente a la Figura 30.

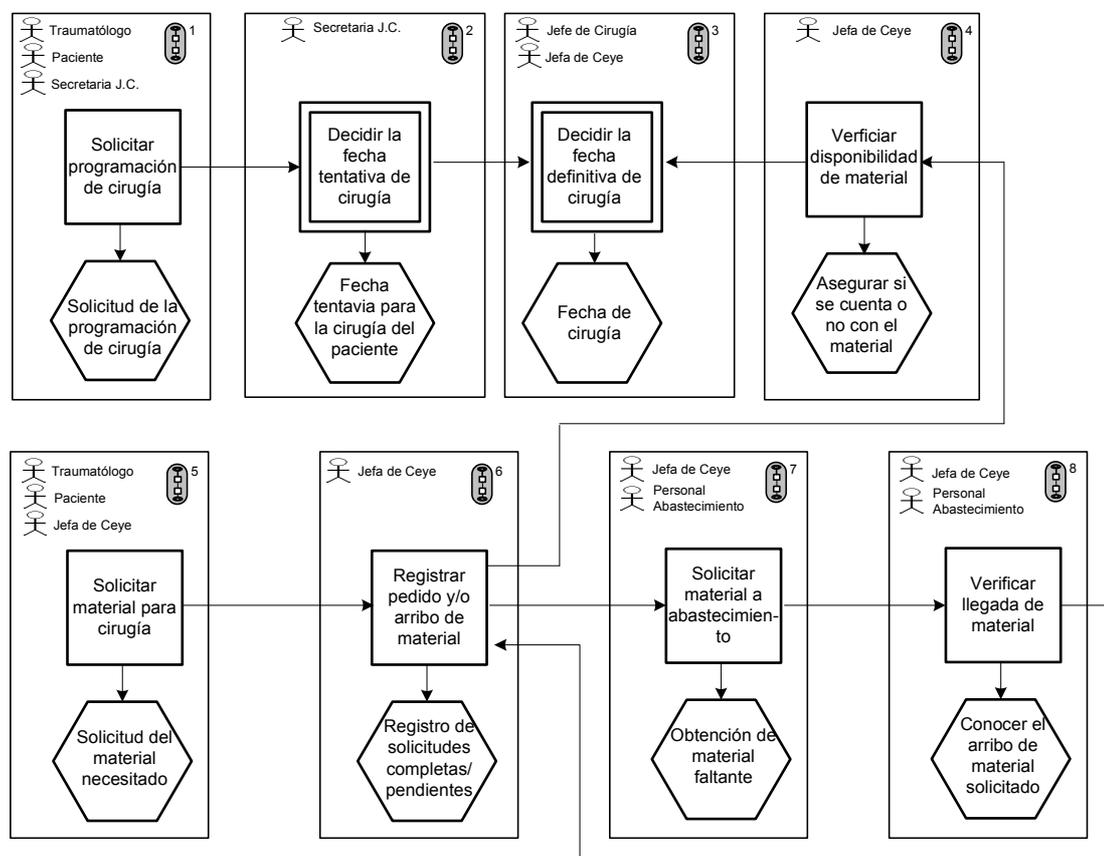


Figura 29. Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología.

Como se puede observar, hacemos uso de nuestra notación previamente introducida de los elementos complementados al RAD. Por ejemplo, el identificador en la parte superior, en este caso se trata del número 3, debido a que las actividades modeladas representan las actividades de la decisión identificada con el número 3 del “Modelo Global de la Decisión” de la Figura 29; además se encuentra dentro de un doble cuadrado, representando que se trata de las actividades detalladas de una decisión. Cuando se encuentran dentro de un cuadrado simple, se representa que son las actividades detalladas de una de las actividades externas del “Modelo Global de la Decisión”.

De acuerdo al caso de estudio, en la Figura 30 se muestran las actividades que se requiere llevar a cabo para decidir la fecha definitiva de cirugía de pacientes. Estas actividades son llevadas a cabo todos los días, para programar las cirugías que se realizarán al día siguiente. Como se puede observar, se trata de respetar las cirugías programadas tentativamente, pero si los resultados de los exámenes pre-anestésicos no fueron positivos y/o no se tiene el material adecuado para la cirugía, ésta tiene que suspenderse y se genera un hueco en la programación.

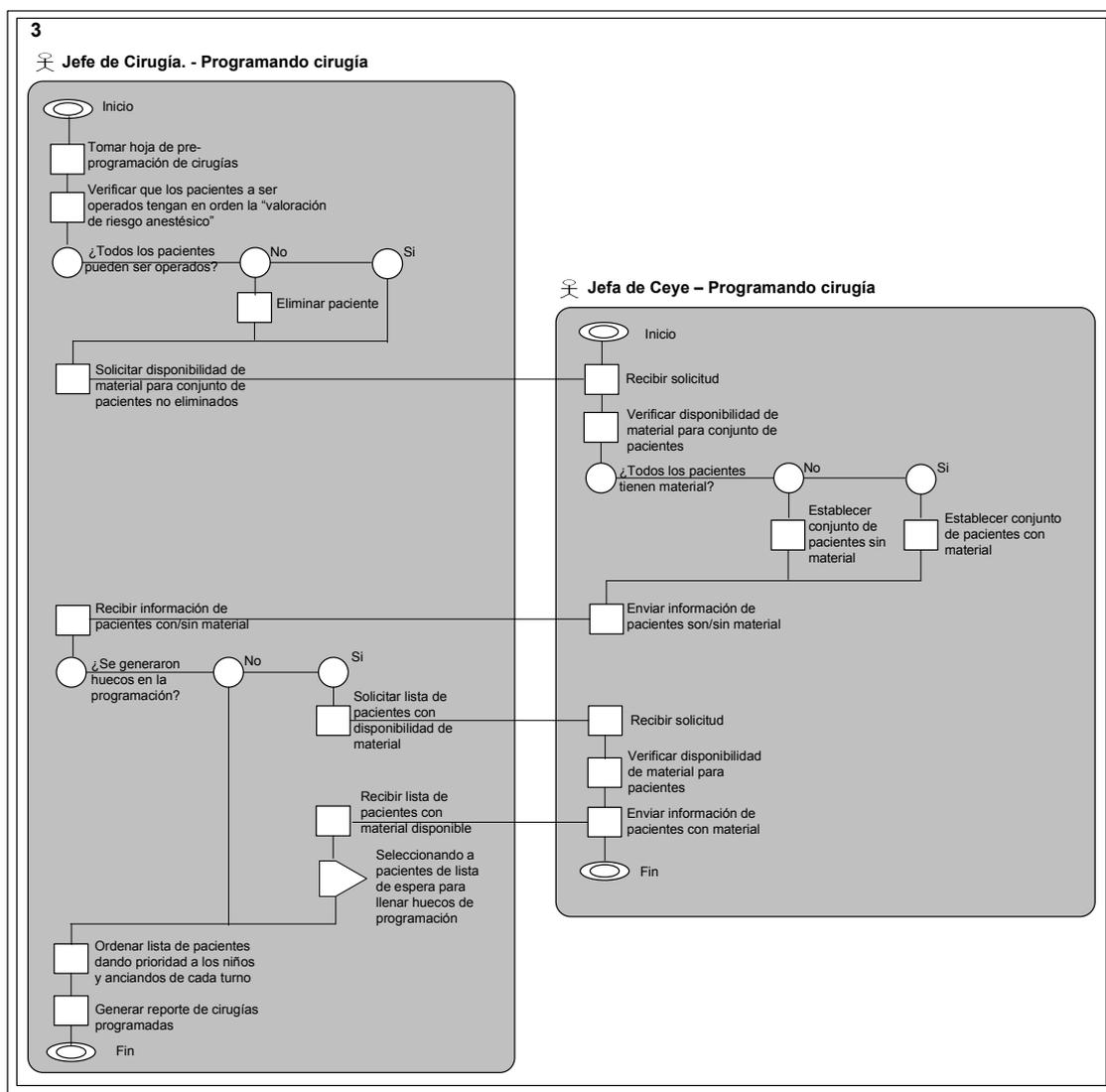


Figura 30. RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

Dado que se pide que las actividades representadas en el “RAD de Actividades Internas” sean detalladas, se debe cuidar que los RAD no crezcan demasiado, por lo que se recomienda hacer uso de los sub-procesos. En la Figura 31 se muestra un caso, el cual corresponde al sub-proceso “Seleccinando a pacientes de lista de espera para llenar huecos de programación”. Como se puede observar se identifica con un número el cual corresponde al proceso al cual pertenece, también se muestran dos roles y un símbolo de sub-proceso indicando que se trata de un sub-proceso de un proceso en el cual hay una interacción, por último el doble recuadro que lo rodea es para seguir indicando que es un sub-proceso perteneciente a una decisión.

De esta forma, en la Figura 31, se detalla que para cubrir los huecos generados, con uno de los pacientes de lista de espera, se toman en cuenta varios factores como: que exista el material para su cirugía, que el paciente pueda ser operado ese día, la duración de la cirugía tomando en cuenta que no se debe sobrepasar del hueco generado ni del tiempo destinado diariamente de uso de quirófanos. Además, de acuerdo a lo mencionado por los entrevistados, también intervienen otros criterios para dar prioridad a ciertos pacientes, como por ejemplo: pacientes hospitalizados, graves, crónicos, las re-programaciones, foráneos, incapacitados, ancianos, niños y los denominados “trabajadores”; aunque cabe mencionar que dichos criterios no se tiene bien definido cuáles de estos criterios son más importantes que los demás.

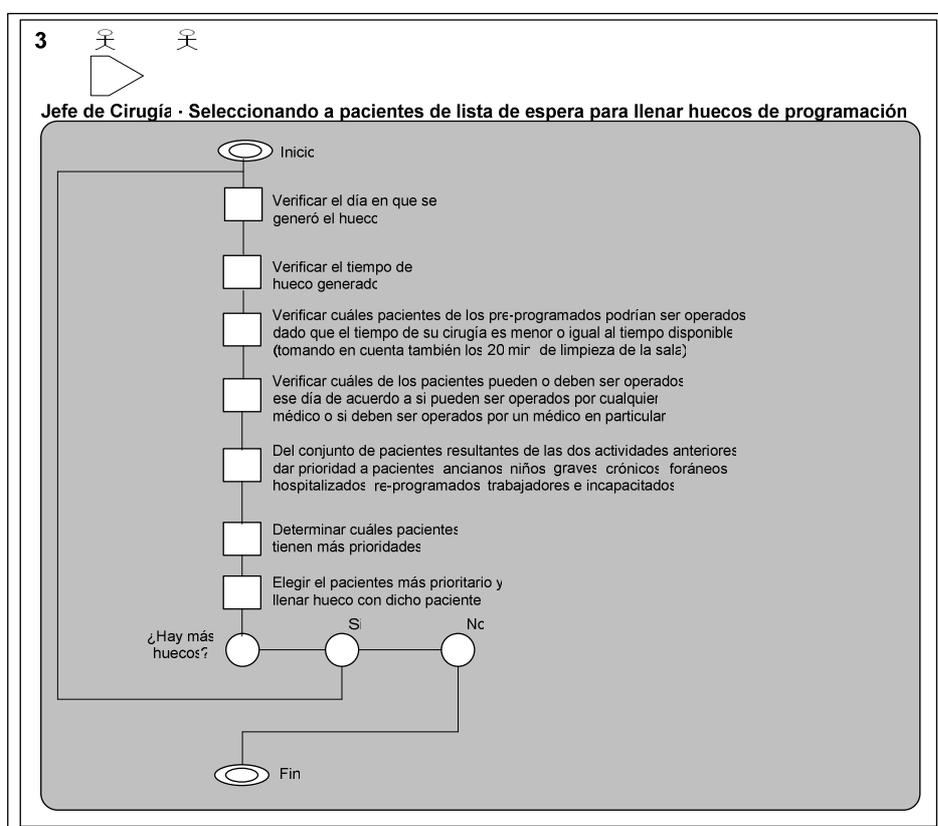


Figura 31. RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, sub-proceso “Seleccionando a pacientes de lista de espera para llenar huecos de programación”.

La siguiente actividad de la metodología tiene que ver con otro de los aspectos sociales de la decisión, la actividad se refiere a poder identificar las preocupaciones de los involucrados en la decisión. Esto es de gran importancia para lograr que dentro del análisis de la decisión se encuentre representado el aspecto social que es base de la utilidad y aceptación de todo DSS.

El tema de las preocupaciones es difícil de tratar, pues los involucrados en los problemas de decisión tienden a pensar que si dan información acerca de “sus preocupaciones”, estarán admitiendo que se tienen problemas. Por lo que es necesario, dejar clara la intención de la pregunta, indicando que el objetivo es poder brindarles un soporte adecuado a las necesidades reales del problema, tomando en cuenta el elemento social que es precisamente cada uno de los involucrados en la decisión; además se recomienda ser muy perceptivo a cualquier información que se esté enviando por parte de los involucrados, ya que este tipo de información puede ser muy útiles al momento de delinear el aspecto social de la decisión. En este caso, el conocimiento de las preocupaciones es de mucha utilidad tanto para conocer qué tipo de soporte dar a ciertas actividades, como para delinear las incertidumbres, los criterios y los objetivos; los cuales a su vez son elementos del modelo de decisión.

Al representar gráficamente las preocupaciones sobre el RAD de Actividades Internas de la Decisión el modelado toma el nombre de Diagramas Detallados de Decisión. En la Figura 32 se muestra el Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía en donde se modelan las preocupaciones de los involucrados al tomar las decisiones, en este caso las preocupaciones del Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye al decidir la fecha definitiva de cirugías. Para la obtención de estas preocupaciones se preguntó directamente a los involucrados, pero esto no fue suficiente, pues evidentemente algunas de las respuestas no reflejaban del todo la preocupación real, por lo que fueron analizadas entrevistas anteriores en las cuales la pregunta no fue hecha directamente sin embargo indirectamente había bastante información acerca de las preocupaciones.

Una vez que se conocen las preocupaciones de los involucrados en las decisiones, uno de los elementos más importantes que deben ser analizados es la información necesaria para la toma de decisiones, así como los documentos que la contienen. En este sentido, al tomar decisiones siempre existe información que debe ser tomada en cuenta. Esta información de entrada es procesada y transformada, hasta que se elige una opción. Entonces se requiere identificar la información que entra y se produce en la decisión y más específicamente en cada actividad del Diagrama Detallado de Decisión, así como qué rol es el que manipula la información.

En la Figura 32 se muestra la información manejada para llevar a cabo la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía esto se realiza sobre el Diagrama Detallado de Decisión haciendo uso de pequeñas etiquetas emulando gráficamente documentos, que van unidos mediante flechas a la actividad que las usa o las produce. Con el fin de lograr un mayor detalle de los datos específicos manipulados, cada pequeña etiqueta se detalla por medio del Diccionario de Información Utilizada. En la Tabla VII y Tabla VIII se muestran una pequeña parte del Diccionario de Información Utilizada para la Decisión de

la Fecha Definitiva de Cirugía, en donde aparece el nombre del elemento de información, el identificador que se tiene, el rol que lo manipula; esto para ubicar en qué actividad de la decisión son usados y principalmente se muestran los datos específicos usados.

Tabla VII. Fragmento del Diccionario de Información Utilizada para la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía referente a la información “4: Datos paciente”.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
Elemento de información	Datos paciente
Identificador	4
Rol que hace uso	Jefe de Cirugía – Programando cirugía
Datos específicos usados	Nombres de los pacientes, disponibilidad de material

Tabla VIII. Fragmento del Diccionario de Información Utilizada para la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía referente a la información “4: Hoja de pre-programación”.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
Elemento de información	Hoja de pre-programación
Identificador	4
Rol que hace uso	Jefe de Cirugía – Programando cirugía
Datos específicos usados	Nombres de los pacientes.

El Diccionario de Información Utilizada para cada una de las decisiones y actividades del problema de programación de cirugías de traumatología se encuentra en documento S 3.5.1 del Apéndice C.

Hasta este punto se han localizado la decisión o decisiones que dan forma al problema, se han identificado a los involucrados, lo que se logra al tomar las decisiones, las preocupaciones de los involucrados y la información necesaria para tomar estas decisiones.

Continuando con la identificación de los componentes del problema de decisión, existe un elemento que forma parte de la gran mayoría de los problemas de decisiones, este elemento es la incertidumbre. Las incertidumbres son situaciones que no están dentro del control directo del o los tomadores de decisiones, pero que indudablemente afecta a la decisión que se esté tomando. Se debe tratar de estimar estas incertidumbres, ya que el efecto que tienen sobre la decisión es muy fuerte y en la medida en que se tengan mejores estimaciones para éstas, la decisión será más efectiva y aceptada por los afectados. Las incertidumbres pueden ser estimadas por algún experto que posea experiencia considerable ó al revisar eventos históricos. El problema es que no siempre es posible estimar las incertidumbres, pues podría suceder que no exista ninguna persona con experiencia para estimarla ó que los eventos históricos no se encuentren registrados.

Por lo tanto, se debe revisar cada una de las actividades internas a la decisión y registrar si se tienen incertidumbres al llevarlas a cabo, también puede haber incertidumbres genéricas a la decisión, es decir incertidumbres que afectan a la decisión como un todo y no sólo a actividades particulares. Por último otra fuente para la identificación de las incertidumbres

son las preocupaciones, por ejemplo una preocupación al programar cirugías en el hospital del caso de estudio es: “Ojalá que la cirugía no tome más tiempo de lo estimado”; y la incertidumbre que se puede derivar de esto es: “Que la cirugía dure más tiempo de lo estimado”.

De acuerdo al caso de estudio “Programación de Cirugías de Traumatología” en la Figura 32 se especifican las incertidumbres encontradas al decidir la fecha definitiva de cirugía. Estas afectan a la decisión debido a que la programación de cirugías puede afectarse si suceden cualquiera de los eventos inciertos, provocando suspensiones de cirugías y por lo tanto re-programaciones.

En general, tomar decisiones bajo incertidumbre es difícil, ya que las posibilidades de elegir una buena opción son muy bajas. Afortunadamente, la mayoría de las incertidumbres pueden ser valoradas usando probabilidades y/o analizando eventos pasados, es decir por medio de datos históricos de las organizaciones. Pero debe analizarse si: ¿se está dispuesto a pagar el precio en tiempo y quizá dinero por estimar la incertidumbre? y ¿se tiene la información para manejarla?. Por otro lado, las incertidumbres también pueden ser valoradas por personas expertas, por lo tanto si se da el caso, estas personas deben ser identificadas.

Por ejemplo, de las incertidumbres identificadas al decidir la fecha definitiva de cirugía, se encuentra que las llegadas y duración de urgencias son eventos que si pueden ser estimados, dado que se tienen registros de todas las cirugías efectuadas en los quirófanos con: información acerca del tipo de cirugía, si se trata de una cirugía programada o una urgencia, la hora de llegada y la hora de salida, el médico que opera, etc. De esta forma se analizan los datos de las urgencias registradas en un periodo determinado de tiempo atrás y se buscan patrones de ocurrencias. Así mismo, también puede estimarse un tiempo más aproximado de duración de cirugías y pueden realizarse pronósticos de uso de material con el fin de realizar pedidos oportunos para evitar, en la medida de lo posible, faltantes en el almacén. Además, el tiempo de llegada de los materiales también es un evento incierto, sin embargo se encontró que esta incertidumbre puede ser estimada por la Jefa de Ceye, gracias a su experiencia. Las incertidumbres restantes identificadas no pueden ser estimadas, ya que no existen registros que permitan predecir estos eventos ni tampoco fueron encontradas personas expertas que pudieran valorar las situaciones. Además, se determina que comenzar a explorar estos sucesos llevaría tiempo significativo. Pero, como ya se mencionó previamente para tomar decisiones más efectivas deben ser tomadas en cuenta la mayor cantidad de incertidumbres, por lo que lo ideal sería impulsar la generación y administración de información organizada que permita manejar la mayor cantidad de incertidumbres posibles.

Es importante que al buscar datos que ayuden a estimar incertidumbres se indague más allá de los límites impuestos en un principio al problema de decisión, pues los datos que

ayudarán a mitigar las incertidumbres podrían encontrarse en procesos no estudiados hasta el momento.

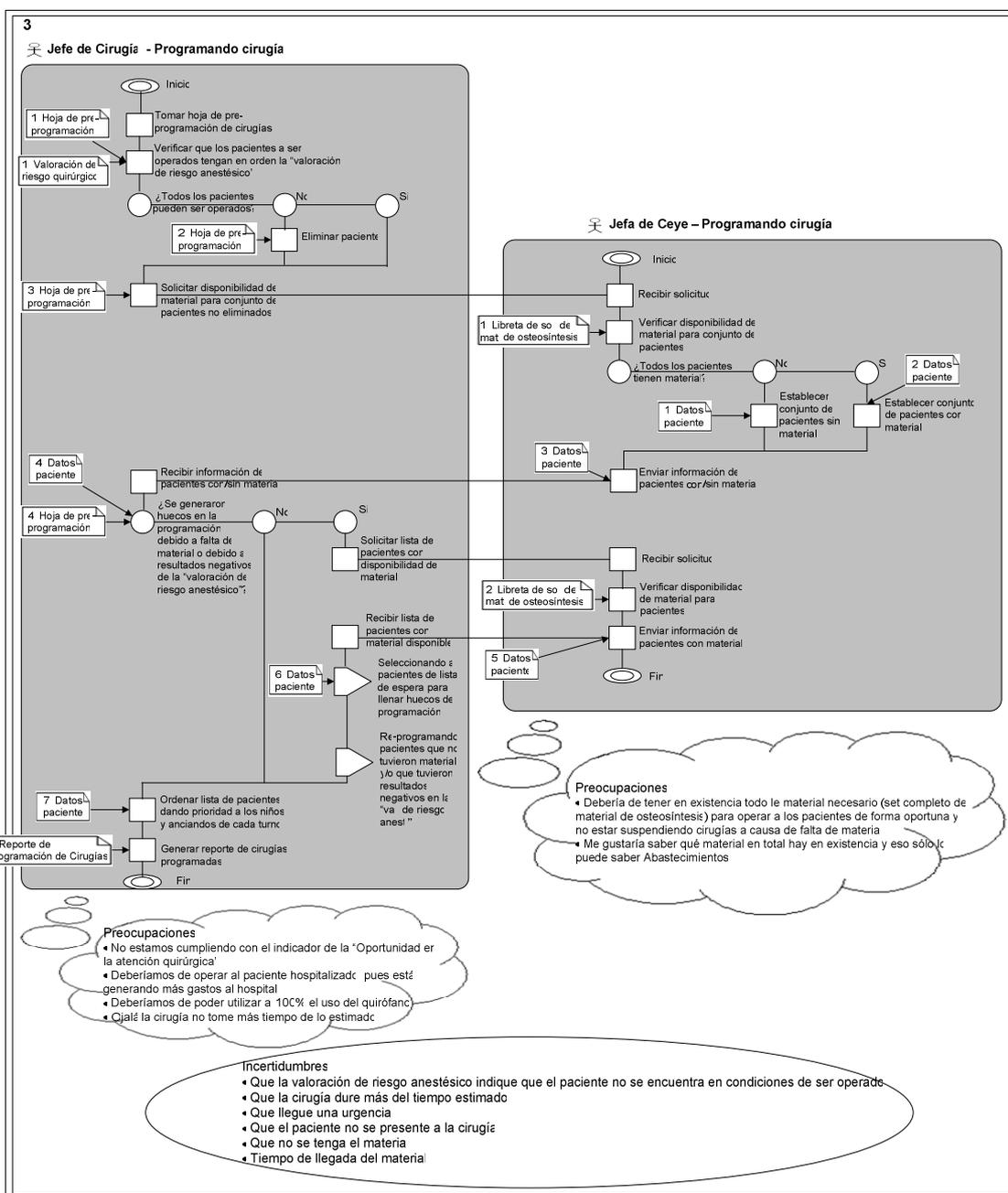


Figura 32. Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

Otro aspecto que debería tomarse en cuenta, es la calidad de la información que será usada para estimar las incertidumbres, esto debido a que puede suceder que los datos contenidos

no estén bien organizados, no estén completos, no esté estandarizada o no sea del todo confiable. En cuyos casos el tiempo de estimación de las incertidumbres sería mucho mayor. Si se tiene que utilizar información no organizada o incompleta para estimar las incertidumbres, debido a que no existe más información o expertos, se debe buscar la ayuda de algún dueño del proceso, para tratar de completar y/o organizar dicha información.

Continuando con la identificación de componentes, se ha hablado de las actividades que son llevadas a cabo para lograr tomar la decisión o decisiones estudiadas, pero aún no se ha hablado de los criterios de decisión, lo cuales sirven para formar los objetivos de decisión.

Para conocer los criterios de un problema de decisión, una vez que se tienen identificados todos los involucrados en el problema de decisión se debe preguntar individualmente ¿qué se toma en cuenta para decidirse por una opción y no por otra?. Por lo tanto, se recomienda que al principio se tenga una lista de criterios por persona y luego combinarlas para formar una sola. Aunado a esto, también deben tomarse en cuenta a las preocupaciones, pues muchas de ellas ayudan a definir criterios de decisión.

En cuanto a los criterios de cada miembro del grupo de toma de decisiones, puede suceder que éstos difieran, aunque se trate de la misma decisión. En tales casos se deben reconciliar las posiciones de los individuos del grupo, para lo cual se recomienda una reunión entre las partes en conflicto preguntar el ¿por qué de ese criterio?, ¿por qué es importante para cada uno de ellos?, es decir, que proporcionen argumentos para su posición; al hacer esto el usuario de esta metodología debe de servir de intermediario y analizar lo que sucede en la reunión, pues puede suceder que se llegue a un acuerdo al establecer un criterio que tome en cuenta los dos en conflicto y también puede llegarse a la conclusión de que los dos criterios son importantes, por lo que ambos deben ser representados.

La lista de criterios que se obtenga debe ser analizada, pues frecuentemente cuando se estudian problemas de toma de decisiones no estructurados, sucede que los criterios de decisión reunidos son muchos y/o son muy ambiguos. Una sugerencia para esto último es, plantear a los tomadores de decisiones escenarios de decisión hipotéticos tomando en cuenta a los criterios ya reunidos y preguntarles ¿qué harían en esos casos?.

Para el caso estudiado de la Programación de Cirugías de Traumatología, se preguntó al Jefe de Cirugía y a la Jefa de Ceye acerca de ¿qué se toma en cuenta para seleccionar a un paciente sobre otro para ser operado? ó ¿qué pacientes tienen prioridad?. A lo cual se respondió en criterios similares, por lo que no hubo criterios en conflicto. Entonces se encontró que para seleccionar a un paciente para ser operado se da prioridad a: pacientes hospitalizados, pacientes trabajadores, pacientes foráneos, re-programaciones, niños y ancianos, gravedad del paciente y cronicidad del paciente. Al obtener esta lista, se analizó y depuró, para los cual se recurrió a plantear a los tomadores de decisiones escenarios hipotéticos y preguntarles ¿qué harían en esos casos?.

¿cuáles criterios tomarían en cuenta?. De donde se encontraron otros criterios y unos pocos fueron eliminados, de tal forma que la lista final de criterios es pacientes: niños, ancianos, graves, hospitalizados, trabajadores, re-programados, foráneos, incapacitados; y el tiempo que llevan esperando por su operación.

Una vez que se tienen los criterios, se recomienda que también formen parte del Modelo Global de la Decisión, un ejemplo de éstos se encuentra en la Figura 33.

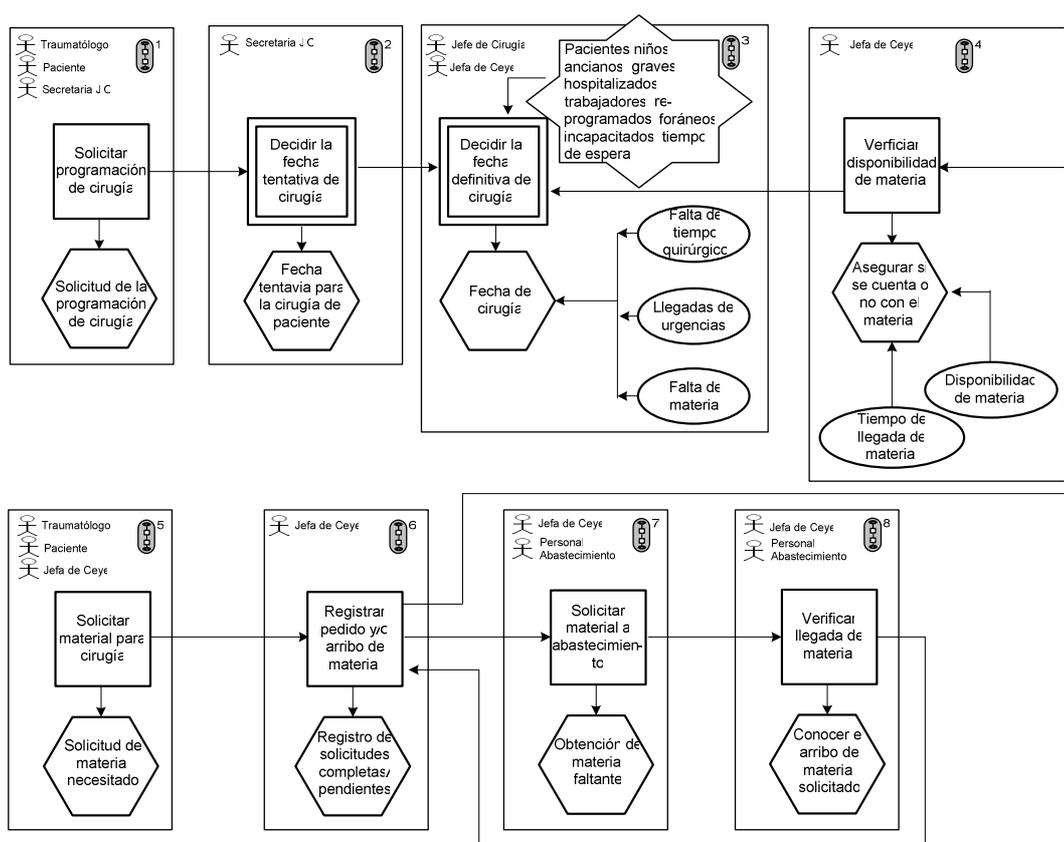


Figura 33. Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología, con criterios e incertidumbres incluidas.

En cuanto a la identificación de las reglas de los problemas de decisión, puede decirse que idealmente todas las que puedan existir en un problema de decisión deberían ser estructuradas gráficamente al detectar las actividades internas a la decisión. Por desgracia, la gran mayoría de los problemas de decisión poseen una complejidad que aunque puede ser presentada gráficamente, por ejemplo por medio de RAD's de Actividades Internas a la Decisión o Diagramas Detallados de Decisión, su representación traería más desventajas que ventajas a la estructuración del problema. Además, hay acciones que no tienen una temporalidad específica y por lo tanto no pueden fácilmente ser representadas.

Buscando detectar y representar adecuadamente este tipo de componentes existentes en todo problema de decisión, se sugiere que se encuentren las reglas que no son posibles de representar estructuralmente por medio de diagramas.

De acuerdo a la decisión al programar las cirugías de traumatología, cuando se están programando las cirugías a realizarse en un hospital, podría suceder que hay un hueco de dos horas, en donde pueden programarse las cirugías que llenen el hueco, pero si todas las cirugías duran más de dos horas, podría suspenderse otra u otras cirugías ya programadas para generar el espacio suficiente, dependiendo de lo que se quiere lograr. Y si el paciente no debe ser operado por el médico que le toca operar ese día, entonces deben verificar que el paciente no esté incapacitado, porque en ese caso puede ser operado por cualquier médico.

Es decir, cuando existen muchas condiciones y combinaciones de estas condiciones y no se tiene un orden específico en el cual sucedan las acciones, es mejor representarlas como reglas o condiciones que deban cumplirse.

En general, para la decisión al programar cirugías, las reglas que se encontraron son:

- Para realizar las cirugías existe un horario de médicos que la practican.
- El paciente no se opera si no hay material para su cirugía.
- La programación final de cirugías se realiza con base en una pre-programación, en donde ya se tienen pacientes pre-programados.
- En la programación final se verifica que el paciente tenga su material y los resultados de la “valoración de riesgo anestésico” (exámenes pre-anestésicos) hayan salido positivos para llevar a cabo la operación.
- Si la valoración de riesgo anestésico indica que el paciente no se encuentra en condiciones de ser operado, se suspende la cirugía de este paciente y después se tendrá que re-programar, esta valoración se realiza un día antes de la operación.
- Cuando se genera un hueco en la programación se elige otro paciente de los de la lista de espera, tomando en cuenta prioridades basadas en los criterios identificados.
- Si el médico tratante, no indica que él necesita operar al paciente, éste puede ser programado con cualquier otro doctor, hasta los fines de semana.
- Si el paciente está incapacitado se le debe programar cirugía con cualquier doctor.
- Si llega una urgencia, lo programado se suspende, hasta que se termine la urgencia y las cirugías que no se realizan se deben re-programar.
- Además de tomar en cuenta la duración de las cirugías, entre una cirugía y otra, se debe contemplar que el tiempo de aseo de la sala quirúrgica es de 20 min.

El último de los componentes que es necesario identificar y generar en esta fase, son las alternativas de solución. El desarrollar alternativas significativas es muy importante para poder tomar una buena o la mejor decisión, ya que si se está buscando tomar una “buena decisión” dentro de un conjunto donde no existen “buenas alternativas”, nunca podrá tomarse tal decisión.

Para generar alternativas adecuadas se sugiere lo siguiente:

- Tomar en cuenta a los criterios, ya que éstos se usan para guiar la búsqueda de buenas alternativas.
- Tomar en cuenta las diferentes perspectivas del problema, tales como el funcionamiento organizacional que lo envuelve, las personas y sus preocupaciones.
- Eliminar las restricciones que se cree hay en un problema pero que en realidad no existen, ya que no permiten pensar en buenas alternativas de solución.
- No evaluar las alternativas al momento que se están generando, ya que esto restringe la creatividad.

Por otro lado, con el conocimiento que se tiene del problema, éste puede ser redefinido si se encuentra que se requiere un ajuste o si se descubrió que no se está estudiando el problema correcto, en este último caso podría ser necesario realizar de nuevo las actividades de esta fase.

Hasta este punto el análisis del problema de decisión ha sido realizado casi por completo y ahora es posible encontrar debilidades y problemas en el proceso de decisión, que pueden ser minimizados o eliminados al rediseñar el proceso de decisión y/o actividades relacionadas.

En general el rediseño de un proceso de decisión se lleva a cabo desde dos puntos de vista. El primero tiene que ver con el aspecto de decisión, es decir, verificar que los elementos de decisión sean tomados en cuenta adecuadamente al decidir, buscando siempre manejar el problema de decisión presente de forma efectiva. El segundo se refiere al rediseño de la coordinación y a la redefinición de roles de los agentes o involucrados en la decisión grupal, siendo este último tipo de rediseño realizado en la fase 7.

Particularmente en esta actividad se realiza el rediseño del aspecto de decisión del problema estudiado, pero se recomienda que esta actividad y la actividad de rediseño de la fase 7 sean realizadas al mismo tiempo, buscando que el rediseño completo sea consistente desde los dos puntos de vista.

Para el rediseño desde el punto de vista de la decisión, es importante estar conscientes de los posibles problemas en los procesos de decisión que se pudieran presentar, para tratar de evitarlos al modificar los procesos necesarios. Algunos de estos problemas son:

- Existencia de actividades ilógicas que entorpecen la realización del proceso de decisión.

- Inconsistencia y ambigüedad en los criterios tomados en cuenta.
- Problemas de decisión con muchos elementos inciertos no tomados en cuenta, y que por lo tanto afectan la efectividad de la decisión.
- Incertidumbres mal estimadas.
- Falta de planeación para recolectar información relevante al problema de decisión.
- Criterios de la toma de decisiones en conflicto.
- Que no se generen o se tomen en cuenta buenas alternativas.

Una vez que se conocen los posibles problemas que se pueden presentar en los procesos de decisión, enseguida se muestran los cambios que se estimaron pertinentes para el caso estudiado.

De acuerdo al caso de estudio, en algunas de las actividades de esta fase ya se ha iniciado parte del cambio al proceso, como por ejemplo ya se identificó si es posible estimar los eventos inciertos, también ya se identificaron los criterios reales de decisión y también se acotaron, etc. Así, de acuerdo al conocimiento que se tiene del problema de decisión y tomando en cuenta los problemas que podrían aparecer, se comienza con el rediseño de la Programación de Cirugías de Traumatología. A continuación se enumeran los cambios, que una vez analizado el problema y el contexto de decisión, se determinaron como adecuados para mejorar la efectividad de los resultados:

- Programación definitiva de cirugías para dos días en lugar de realizarla un día antes. Este cambio se sugiere para reducir un poco el problema de las re-programaciones, pues al realizarla todos los días se tiene el problema de que si hoy se suspende una cirugía, ya no es posible avisarle al paciente que su cirugía no se llevará a cabo, en cambio contemplando más días, se asegura la fecha definitiva para más días. Se decidió realizar la programación definitiva para dos días, porque también debe tomarse en cuenta la cantidad de eventos inciertos. Así, el lunes se programa lo del martes y miércoles, el miércoles lo del jueves y viernes y el viernes lo del sábado, domingo y lunes.
- Fechas de pre-programaciones no seguras. Cuando al paciente se le da a conocer su fecha de pre-programación, en la mayoría de los casos éste tiene el entendido de que se trata de una fecha segura, pero en realidad no es así. Por lo tanto, se debe tomar a la pre-programación como una fecha aproximada pero no segura y debe hacerse saber esto al paciente.
- Realización de valoración de riesgo anestésico cuatro días antes de la cirugía. La valoración de riesgo anestésico se realiza un día antes de la cirugía, pero si alguno de los pacientes no tiene resultados adecuados de este examen, al paciente se le suspende su cirugía, pero no hay otro paciente con los resultados de este examen, por lo tanto de acuerdo a conocimiento de medicina este examen puede ser realizado hasta 4 días antes de la operación de un paciente, continuando la validez de los resultados. De esta

forma si se suspende la cirugía a un paciente por motivos relacionados con los resultados de este examen, puede ser programado otro paciente con los resultados en regla.

- Las incertidumbres deben ser tomadas en cuenta. Con base en lo encontrado en la programación definitiva de cirugías, se trata de decisiones que son llevadas sin tomar en cuenta a los eventos inciertos. Se sugiere que las incertidumbres -para las cuales es posible estimar su ocurrencia- sean tomadas en cuenta.
- Para las incertidumbres que no pueden ser estimadas debido a falta de información, se debe evaluar si es posible llevar a cabo registros de actividades que proporcionan información relevante para en un futuro próximo poder considerar dichas incertidumbres.
- No se recolecta información relevante para la decisión. Se identificaron criterios de decisión que idealmente deben ser tomados en cuenta para tomar una mejor decisión, sin embargo no existe evidencia de que se lleven a cabo tales registros. Específicamente, en cuanto a los criterios idealmente se les da prioridad a pacientes que tengan ciertas características, en ellas que sean foráneos, qué tan graves se encuentran y el número de suspensiones de cirugía que ya tiene; pero en ninguna parte los roles encargados de programar cirugías registran si el paciente es foráneo, ni qué tan grave se encuentra, ni el número de suspensiones. Por lo tanto se sugiere que se implemente la práctica de registrar estos datos del paciente, para que a la hora de darles prioridad, realmente se estén tomando en cuenta todos los criterios.
- Comunicación a pacientes de fecha probable de cirugía. Cuando se suspende la cirugía de un paciente, en algunas ocasiones el Depto. de Servicio Social avisa de la suspensión al paciente por teléfono. Por lo que se sugiere que se oficialice esta práctica y si el paciente no tiene teléfono se le sugiera que hable en una fecha aproximada para que se confirme la fecha de su cirugía. Para el caso de los pacientes foráneos, se sugiere que la clínica correspondiente de su comunidad, tenga actualizada la lista de programación definitiva de cirugías, para así evitar viajes y gastos innecesarios al paciente.

Al tener un rediseño del problema de decisión y posiblemente de las actividades externas relacionadas, es importante que se realicen también estas modificaciones sobre los diagramas creados, ya que seguirán siendo de ayuda en las fases posteriores. Además para la realización de estas fases siguientes se debe estar trabajando sobre el modelado del proceso de decisión rediseñado. Por lo tanto, el diagrama del modelo global de la decisión, el diccionario de información utilizada y el diagrama detallado de decisión, deben ser actualizados, si es que hubo algún rediseño. En la Figura 34 se presenta parte del diagrama detallado de decisión, correspondiente al rediseño realizado. En este caso, el diagrama del modelo global de la decisión, dado que representa a las actividades y decisiones desde alto nivel, no cambia ya que los cambios son realizados a un nivel más bajo. El diccionario de

información utilizada es algo amplio, por lo tanto se encuentra en el Apéndice C en el documento identificado como S 3.11.3.

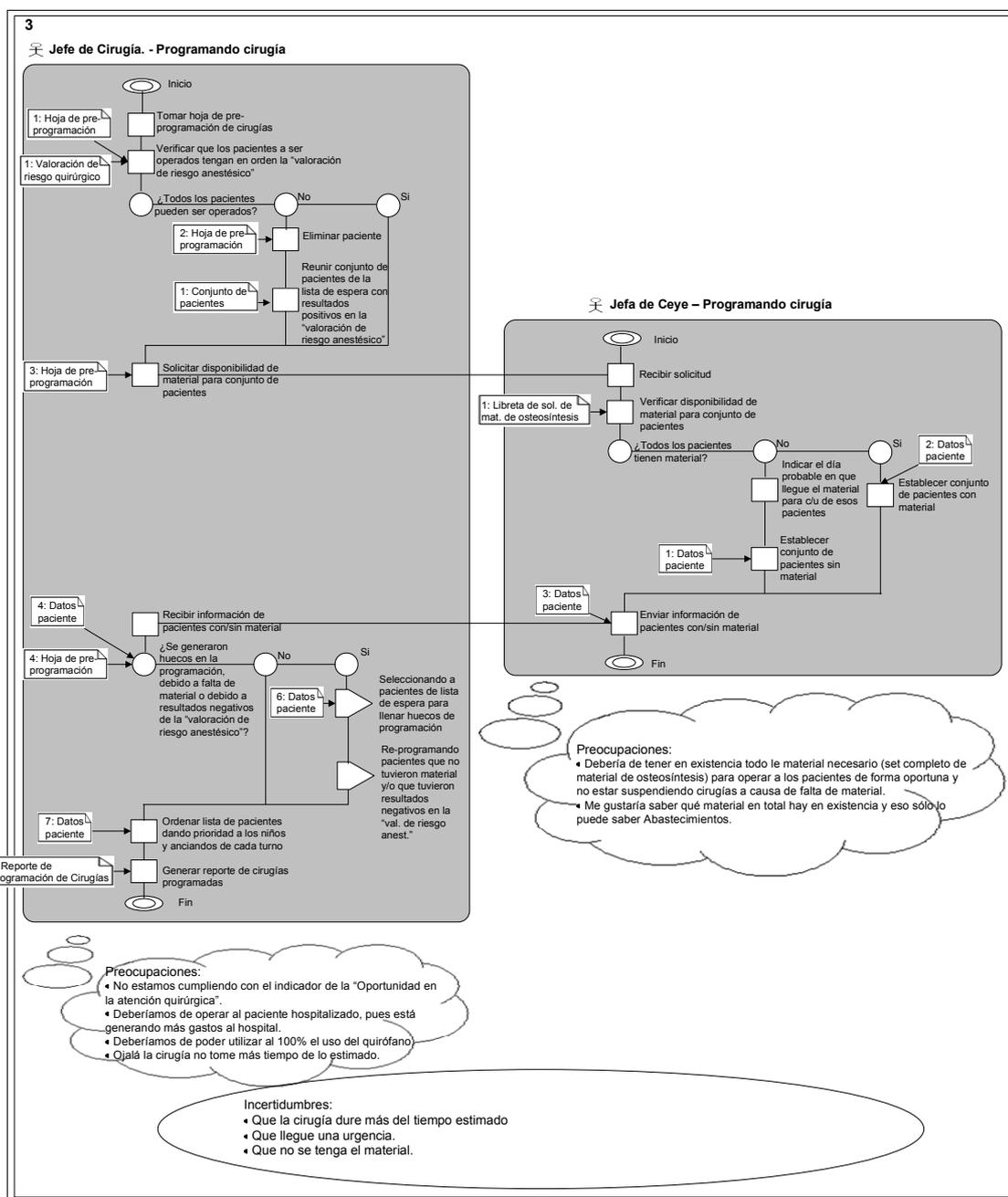


Figura 34. Parte del Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, correspondiente al rediseño realizado.

Las modificaciones al problema de decisión planteadas hasta aquí, son sólo parte del rediseño a realizar, pues los cambios surgidos en cuanto a coordinación y reasignación de roles; y la posterior identificación de objetivos y construcción del modelo analítico de decisión, también forman parte del rediseño del problema de decisión.

Continuando con otro de los componentes del problema de decisión que deben ser tomados en cuenta, enseguida se describe en qué consiste la fase de identificación de los objetivos de decisión.

III.8 Fase 4: Establecimiento de los objetivos de decisión

Debido a que las decisiones deberían de mostrar a dónde se quiere llegar, estas poseen objetivos, los cuales especifican lo que se está buscando al tomarlas. Por ejemplo, si se requiere un nuevo empleado ¿se necesita a una persona disciplinada o creativa? y/o ¿alguien con un punto de vista fresco o alguien con experiencia?. Los objetivos son muy importantes porque ellos forman las bases para evaluar las alternativas.

Debido a que cuando se toman decisiones importantes todos los objetivos deben ser considerados o al menos la mayoría de éstos (Skinner, 1999), por medio de esta fase se busca determinar cuáles son los objetivos globales de la decisión, así como los de cada uno de los individuos involucrados en el proceso de decisión, para que, llegado el momento se asegure que sean tomados en cuenta al tomar las decisiones y en el desarrollo del soporte adecuado.

En cuanto a las entradas y salidas de esta fase, es necesario tener información referente a los componentes del problema de decisión e información referente al ámbito del problema. Así, una vez realizadas las actividades de esta fase debe resultar como salida un conjunto de objetivos tanto globales como de cada uno de los miembros del grupo tomador de decisión. Estos objetivos influirán mucho en la elección realizada, ya que son los objetivos que se persigue al tomar la decisión.

La primer actividad que se propone realizar, es identificar los principales puntos de vista de los involucrados en la decisión, para esto se les podrían realizar algunas preguntas de manera individual y se deberían analizar tanto lo respondido a éstas, como los criterios de decisión y sus preocupaciones detectadas en la fase anterior.

Concretamente para identificar los objetivos del caso estudiado, se realizaron las siguientes preguntas a cada uno de los involucrados: ¿qué es lo que desearía de la decisión que se toma para programar cirugía a pacientes en traumatología?, ¿qué es lo que le gustaría evitar si el resultado de la decisión fuera el peor de acuerdo a sus inquietudes?, ¿cuál sería el aspecto positivo de la mejor alternativa de programación de cirugías para usted? y ¿cuál sería el aspecto negativo de la peor alternativa de decisión que usted considere?. Estas preguntas fueron aplicadas por medio de un cuestionario buscando que para contestarlas se tomaran todo el tiempo necesario. Enseguida se muestran los

puntos de vista individuales y compartidos, identificados por medio de estas preguntas:

Secretaria:

- Los pacientes no deberían esperar tanto por su cirugía.

Secretaria y Jefe de Cirugía:

- El número de re-programaciones debería reducirse.
- Poder operar a pacientes de manera oportuna.
- Se debería lograr que los pacientes estén satisfechos con la cirugía practicada y se recuperen lo más pronto posible.

Jefe de Cirugía:

- Se debería cumplir con el “indicador” llamado “Oportunidad en la Atención Quirúrgica”, el cual consiste en que no deben pasar más de 5 días hábiles o 7 días calendario, para que se realice la cirugía a un paciente, a partir de la fecha en que se detectó la necesidad de operación quirúrgica.
- Se deberían reducir costos al hospital, al operar primero a pacientes hospitalizados.
- Se deberían operar primero a pacientes afiliados como “trabajadores” ó incapacitados.
- Aprovechar todo lo posible, el tiempo de utilización del quirófano.
- Se debería evitar que los pacientes tengan complicaciones debido a no haberles practicado su cirugía de forma oportuna.
- Se debería evitar que se suspendan cirugías debido a una mala estimación de duración de cirugías.

Jefa de Ceye:

- Que siempre hubiera material de osteosíntesis para las cirugías de los pacientes.
- Se debería lograr que no existan suspensiones de cirugía por falta de material.

Todos:

- Que no haya insatisfacción en los pacientes por tener que esperar mucho tiempo por su cirugía.

De los principales puntos de vista en relación a la decisión, los criterios y las preocupaciones de los involucrados en la decisión, identificados en la actividad anterior, se deben determinar los objetivos de cada uno de los involucrados en la decisión. Un consejo para hacer esto de una forma fácil es construir el objetivo con un verbo y un sustantivo, tal como: “Minimizar costos ...”, “Reducir el daño ambiental ...”, etc.

Otro aspecto a tomar en cuenta al construir los objetivos, es que éstos deben ser cortos y precisos y para eso es de utilidad formularse preguntas como: ¿qué es lo que quiere decir este objetivo? y ¿por qué se está considerando como importante?.

Al construir los objetivos, seguramente se identificarán algunos que tienen que ver con aspectos sociales y organizacionales, a los cuales hay que prestar especial atención debido a que en primer lugar, los primeros no son fácilmente cuantificables y en segundo lugar, ambos son básicos para incluir estas perspectivas en el modelo de decisión y posteriormente en el GDSS desarrollado.

Por otro lado, la mayoría de los problemas de decisión grupales no tienen un único objetivo sino varios, en tales casos se trata de problemas de decisión multi-objetivo. En este sentido -al igual que al identificar criterios-, puede suceder que los objetivos de dos o más miembros del grupo tomador de decisiones, estén en conflicto, por lo que, de la misma forma que se hizo con los criterios, se debe analizar la situación de decisión y determinar un objetivo que reconcilie las partes en conflicto.

Hasta este punto, lo más probable es que se tenga un buen número de objetivos por rol, los cuales, en esta actividad de la metodología, deben ser analizados para asegurar que capturan los intereses de los involucrados en la decisión. En esta actividad de la metodología puede suceder que algunos objetivos cambien, que un objetivo agrupe a otros 2 ó 3; ó que se eliminen objetivos.

Por ejemplo, dados los puntos de vista identificados para el caso de estudio, los criterios y las preocupaciones, se construyeron los objetivos correspondientes y se plantearon a los involucrados en la decisión de la programación de cirugías alternativas de solución, tomando en cuenta que se incluyeran elementos que se están buscando al tomar la decisión. De esta forma fue posible depurar la lista de objetivos, la cual como ya se mencionó, se formó a partir de: lo que cada rol quiere lograr al tomar la decisión, los criterios y las preocupaciones. La siguiente es la lista de objetivos por rol resultante:

Jefe de Cirugía:

- Operar dentro de la “Oportunidad en la Atención Quirúrgica”.
- Reducir costos al hospital, al operar primero a pacientes hospitalizados.
- Tomar en cuenta para programación a pacientes afiliados como “trabajadores” ó incapacitados.
- Mejorar el tiempo de utilización del quirófano.

Secretaria y Jefe de Cirugía:

- Dar prioridad a niños y ancianos.
- Tomar en cuenta para programación a pacientes foráneos.
- Dar prioridad a pacientes graves.
- Tomar en cuenta en la programación, el tiempo que un paciente tiene

esperando cirugía.

- Dar prioridad a pacientes a los cuales se les ha suspendido su cirugía.

Jefa de Ceye:

- Reducir el número de suspensiones de cirugía por falta de material.
- Mantener un inventario de material suficiente para las cirugías que se presenten.

Al observar los objetivos por rol, podemos darnos cuenta que la Secretaria tiene objetivos relacionados con aspectos sociales, como la edad, gravedad, número de reprogramaciones, lugar de residencia y tiempo de espera del paciente. Por otro lado los objetivos del Jefe de Cirugía tienen que ver con aspectos técnicos de la decisión como optimización de recursos, pero al mismo tiempo comparte los objetivos de la Secretaria. Por último los objetivos de la Jefa de Ceye tienen que ver con el manejo y disponibilidad del material para las cirugías.

Por otro lado, dado a que las tareas de esta fase, hasta este momento han estado orientadas a identificar y dar forma a los objetivos que se persiguen al tomar la decisión, es preciso determinar cuáles de estos objetivos son realmente tomados en cuenta en el problema de decisión estudiado. Esto debido a que en la mayoría de los problemas de decisión no estructurados, los tomadores de decisiones dicen tener objetivos que en realidad no son tomados en cuenta a la hora de tomar las decisiones. Por lo tanto, el siguiente paso es identificar qué objetivos son realmente tomados en cuenta para el problema estudiado y cuáles no; así como cuáles de estos deberían ser incluidos debido a que aportarían mejoras a la forma en como se toma la decisión.

Para el problema de la programación de cirugías de traumatología sucede algo particular, ya que la decisión se encuentra localizada en la pre-programación y en la programación final, en donde como ya se ha visto reflejado en los diagramas del Modelo Global de la Decisión, la Secretaria está a cargo de la pre-programación y programación está a cargo del Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye. Por lo que, el análisis de qué objetivos son realmente tomados en cuenta para el problema se debe realizar de forma separada, de acuerdo a la decisión en cuestión y agrupando a los objetivos de los roles que la llevan a cabo. Por ejemplo, en la Tabla IX se muestra la información encontrada referente a la clasificación de los objetivos tomados y no tomados en cuenta cuando la Secretaria decide la fecha tentativa de cirugía y en la Tabla X se muestra esta misma información, pero de los objetivos de la decisión de la fecha definitiva de cirugía. Como puede observarse los objetivos de los roles se agruparon de acuerdo a su participación, por ejemplo en el caso de los objetivos de la decisión de la fecha tentativa de cirugía sólo se incluyeron los objetivos de la Secretaria, pues sólo ella participa en dicha actividad y por otro lado, los objetivos de la decisión de la fecha definitiva de cirugía incluyen a los objetivos del Jefe de Cirugía y de la Jefa de Ceye. Por último cabe mencionar que

algunos objetivos son tomados en cuenta sólo algunas veces como es el caso de “Dar prioridad a niños y ancianos” y “Tomar en cuenta para la programación a pacientes foráneos”.

Tabla IX. Clasificación de objetivos tomados y no tomados en cuenta en la Decisión de la Fecha Tentativa de Cirugía.

<i>Objetivos</i>	<i>Tomados en cuenta para decidir</i>	<i>No tomados en cuenta para decidir</i>	<i>Debería ser tomado en cuenta</i>
Dar prioridad a niños y ancianos	½		
Tomar en cuenta para la programación a pacientes foráneos	½		
Dar prioridad a pacientes graves	½		
Tomar en cuenta en la programación, el tiempo que un paciente tiene esperando cirugía	½		
Dar prioridad a pacientes a los cuales se les ha suspendido su cirugía	½		

De la Tabla IX llama la atención que no se considera que algún objetivo deba ser tomado en cuenta, esto es explicado más adelante.

Tabla X. Clasificación de objetivos tomados y no tomados en cuenta en la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

<i>Objetivos</i>	<i>Tomados en cuenta para decidir</i>	<i>No tomados en cuenta para decidir</i>	<i>Debería ser tomado en cuenta</i>
Operar dentro de la “Oportunidad en la Atención Quirúrgica”		X	
Dar prioridad a niños y ancianos	½		X
Tomar en cuenta para la programación a pacientes foráneos	½		X
Dar prioridad a pacientes graves	X		X
Tomar en cuenta en la programación, el tiempo que un paciente tiene esperando cirugía		X	X
Dar prioridad a pacientes a los cuales se les ha suspendido su cirugía		X	X
Reducir costos al hospital, al operar primero a pacientes hospitalizados	X		X
Dar prioridad a pacientes afiliados como “trabajadores” ó incapacitados.	X		X
Mejorar el tiempo de utilización del quirófano		X	X
Reducir el número de suspensiones de cirugías por falta de material.	½		X
Mantener un inventario de material suficiente para las cirugías que se presenten.		X	X

Por otro lado, también se detectó que en particular el objetivo “Operar dentro de la Oportunidad en la Atención Quirúrgica” es un ideal, dado que es una meta que fue impuesta por ese tipo de hospitales en toda la nación. La realidad en cuanto a esto, es que muchos pacientes no son operados dentro de este “indicador”. Por lo que, basándose en el gran crecimiento del número de personas que solicitan los servicios de salud en dicha institución, este “indicador” ha pasado a ser un indicador irreal.

Dado que ya se tiene una clasificación de objetivos por decisión llevada a cabo y por roles, ahora es importante identificar cómo pueden ser tomados en cuenta dichos objetivos al decidir, para lo cual se debe identificar si existe la información suficiente para caracterizar a los objetivos y si el rol tiene la responsabilidad suficiente para tomar en cuenta esos objetivos en su decisión.

Primeramente cabe aclarar que para la decisión de la pre-programación de cirugías realizado por la Secretaria curiosamente se encontró que ningún objetivo debe ser tomado en cuenta, pero al entrevistar a la Secretaria esas fueron las inquietudes que expresó. Esto tiene una razón lógica, ya que ella, al tener el rol de pre-programación de cirugías, es la que tiene el contacto directo con los pacientes, es por eso que expresa qué objetivos relacionados con aspectos sociales deberían ser tomados en cuenta; sin embargo, dadas sus responsabilidades en ese rol, ella no puede tomar en cuenta estos objetivos oficialmente, es decir, ella no tiene la responsabilidad suficiente para tomar en cuenta esos objetivos en su decisión. Por lo tanto, en este caso la forma en como los objetivos son tomados en cuenta es cuando dos o más pacientes con diferentes situaciones llegan al mismo tiempo a que se les pre-programe su cirugía, ella puede establecer prioridades para decidir a qué paciente los pre-programará primero.

Ahora bien, resta identificar cómo serán tomados en cuenta los objetivos del Jefe de Cirugía y de la Jefa de Ceye. Para los objetivos del Jefe de Cirugía se tiene la información suficiente para caracterizarlos, por ejemplo: se tiene registrada la edad del paciente, si está o no hospitalizado, el tiempo de pre-programación de cirugía lo cual equivale al tiempo que un paciente tiene esperando su cirugía, etc. Por lo que estos objetivos pueden ser manejados por medio de identificar el nivel de importancia de cada uno de ellos en la decisión a tomar.

Por último en cuanto a los objetivos identificados para la Jefa de Ceye, puede decirse que no pueden ser caracterizados, ya que no se tiene un adecuado manejo de la información de material, como por ejemplo en qué ocasión se suspendió una cirugía por la falta de algún material en especial, cuál es el material más consumido en cierto período de tiempo, etc. En particular este tipo de objetivos pueden ser manejados en primer lugar al tener políticas de manejo de información que permitan estimar este tipo de objetivos, por lo que en este

caso estos objetivos están muy relacionados con el manejo de la información del material y sus incertidumbres relacionadas.

Una vez que se tiene el conjunto de objetivos y cómo estos pueden ser tomados en cuenta, es necesario organizar a los objetivos -que sí pueden ser caracterizados con la información existente-, como objetivos y sub-objetivos. En la fase anterior se identificaron criterios y en esta fase muchos de ellos se conservan pero en forma de objetivos, ahora se requiere hacer una revisión de todos esos objetivos y analizar cuáles de ellos están orientados a lograr un mismo fin. Una recomendación en cuanto a esto es preguntar, para cada objetivo: ¿por qué? y ¿para qué?.

Por ejemplo, para el caso de estudio, al decidir qué pacientes del área de traumatología serán operados en un hospital, se escogen a los pacientes que según la duración que tendrá su cirugía permitan: “mejorar el tiempo de utilización del quirófano”. Es decir, éste es uno de los objetivos que se persigue y al preguntarse ¿para qué se requiere maximizar el uso de quirófanos?, se tiene la respuesta: “para aprovechar mejor los recursos del hospital”; y una vez más se pregunta ¿por qué? y se responde que para “minimizar los costos al hospital por concepto de llevar a cabo la cirugías de traumatología”. De esta forma, al no encontrar más ¿por qué?, se determina que éste último, es el objetivo fundamental y el objetivo “maximizar el uso de quirófanos” es un sub-objetivo.

El poder determinar los sub-objetivos y los objetivos fundamentales, es muy importante al querer evaluar alternativas, pues la mayoría de las opciones son evaluadas directamente en términos de los sub-objetivos e indirectamente a través de los objetivos fundamentales.

Para el caso de estudio, los objetivos fundamentales y sub-objetivos que se encontraron son:

- Mejorar la situación de salud de los pacientes de traumatología.
 - Dar prioridad a pacientes graves.
 - Tomar en cuenta en la programación, el tiempo que un paciente tiene esperando cirugía.
 - Dar prioridad a pacientes a los cuales se les ha suspendido su cirugía.
- Reducir costos al hospital, al llevar a cabo las cirugías de traumatología.
 - Reducir costos al hospital, al operar primero a pacientes hospitalizados.
 - Mejorar el tiempo de utilización del quirófano.
- Mejorar la satisfacción de los pacientes, al tomar en cuenta aspectos sociales, en la programación de las cirugías de traumatología.
 - Dar prioridad a niños y ancianos.
 - Tomar en cuenta para programación a pacientes foráneos.
 - Tomar en cuenta en la programación, el tiempo que un paciente tiene esperando cirugía.
 - Dar prioridad a pacientes afiliados como “trabajadores” ó incapacitados.

Una vez que la lista de objetivos ha sido analizada, se recomienda que los objetivos identificados se integren al “Modelo Global de la Decisión” del problema en estudio, construido en la fase 3, tal y como se muestra en la Figura 35.

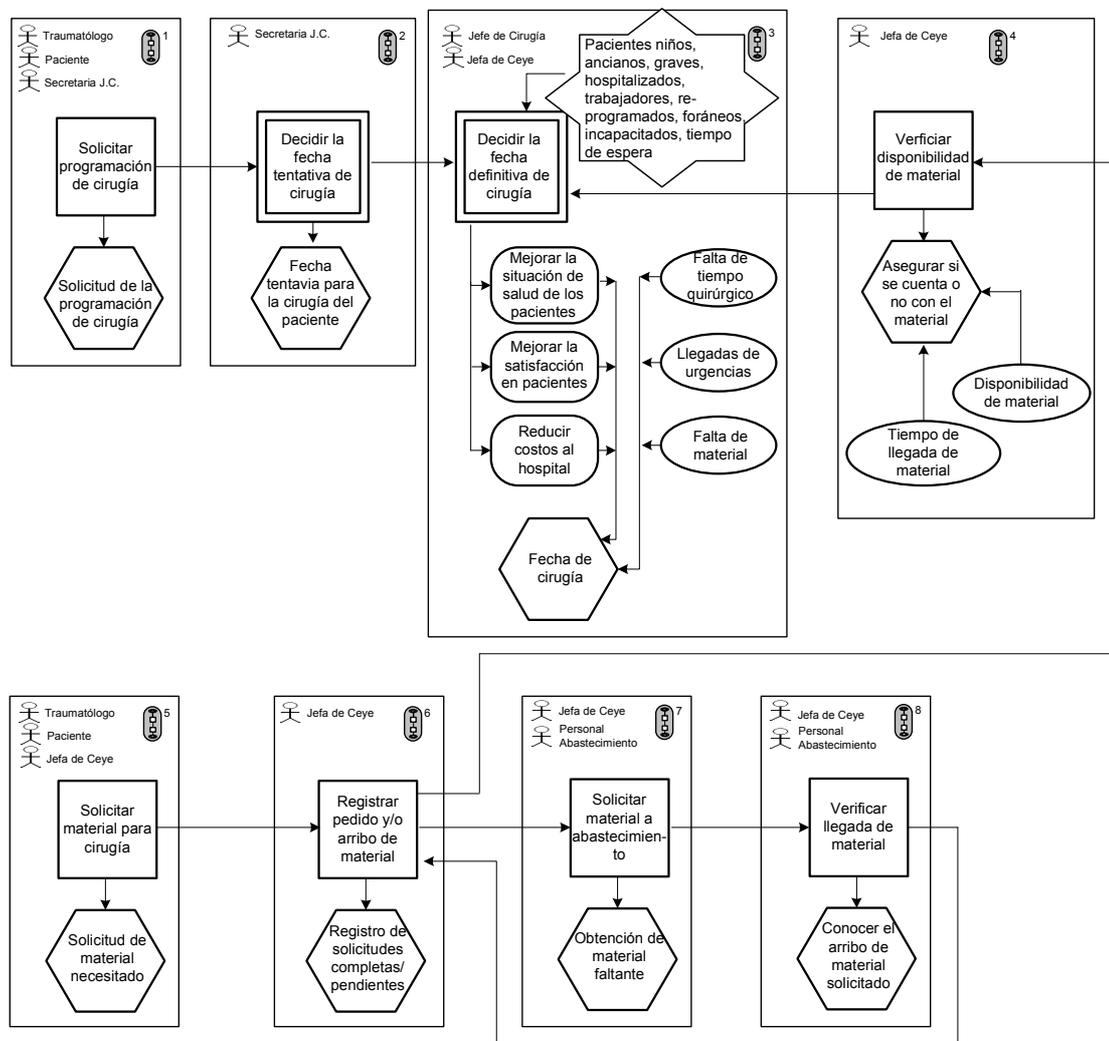


Figura 35. Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología, con criterios, incertidumbres y objetivos incluidos.

El último paso o actividad para el establecimiento de los objetivos de decisión, es el analizar y determinar la importancia que tiene cada uno de ellos. Es decir al realizar cualquier decisión se toman en cuenta varios objetivos –como ya se mencionó–, pero estos no tienen la misma importancia, ya que algunos objetivos tienen más peso que otros. Cabe mencionar que, el determinar el grado de importancia es una de las tareas más difíciles, pues por lo regular intervienen juicios subjetivos. Esta propuesta para determinar la

importancia de cada objetivo es meramente semi-cuantitativa. Por otro lado es importante mencionar que los objetivos deben seguir agrupados por decisión y por rol.

Para el caso de estudio, el único grupo de objetivos que se mantiene es el de la decisión para la programación final de cirugía, específicamente los objetivos que del rol Jefe de Cirugía, pues como ya se explicó la Secretaria no tiene la responsabilidad suficiente para tomar en cuenta objetivos de forma explícita y por otro lado los objetivos de la Jefa de Ceye –que también participa en la programación final de cirugía- serán manejados con un enfoque basado en incertidumbre debido a la falta de información, por lo tanto el único grupo de objetivos que nos queda son los del Jefe de Cirugía.

Entonces, para determinar el grado de importancia de cada objetivo y sub-objetivo del rol del Jefe de Cirugía al programa cirugías de forma definitiva, se plantearon preguntas al rol involucrado (en este caso el Jefe de Cirugía) en la decisión, en donde se le preguntó que opción de programación elegiría y básicamente se le presentaban dos o tres opciones, las cuales estuvieran de acuerdo a dos o tres objetivos. Por ejemplo, una de las preguntas fue: ¿Si se tuviera un hueco para programar cirugía a qué paciente se elegiría, a un paciente foráneo o a uno grave?. De esta forma, se va determinando la importancia de cada objetivo. En general, fueron realizadas varias preguntas buscando varias combinaciones tanto de objetivos fundamentales, como de sub-objetivos y también se buscó combinarlos.

Otra recomendación adicional para esto es, presentar a los tomadores de decisiones, la lista de criterios y pedir que les den valores de acuerdo a su importancia a la hora de decidir.

Siempre que sea posible, se recomienda que a la importancia que se determine para cada uno de los objetivos, se le asigne un valor numérico, con el fin de poder evaluar semi-cuantitativamente las alternativas si así se requiere. En este sentido, esto debe ser especialmente tomado en cuenta a la hora de construir un GDSS, ya que para lograr un soporte adecuado a la toma de decisiones donde intervienen aspectos sociales, se debe cuidar que el soporte tenga una flexibilidad adecuada en cuanto al peso numérico de los criterios y en cuanto a la exploración de alternativas de decisión.

Los pesos encontrados para los objetivos de la programación de cirugías de traumatología, específicamente del rol del Jefe de Cirugía, se resumen a continuación:

- 40% Situación de salud
 - 50% Pacientes graves.
 - 25% Tiempo que un paciente tiene esperando cirugía.
 - 25% Suspensiones de cirugía.
- 40% Costos
 - 60% Pacientes hospitalizados.

- 40% Tiempo de utilización del quirófano.
- 20% Situación social
 - 30% Niños y ancianos.
 - 15% Foráneos.
 - 20% Tiempo que un paciente tiene esperando cirugía.
 - 35% Pacientes afiliados como “trabajadores” ó incapacitados.

De esta forma, una vez generados y analizados los objetivos de decisión, es hora de comenzar a analizar qué modelo o modelos de decisión son los más adecuados al contexto del problema, para posteriormente construir los pertinentes.

III.9 Fase 5: Análisis del modelo de decisión adecuado

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, a través de los modelos se representa al problema de decisión y éstos ayudan a analizar las diferentes alternativas de solución al problema, por lo que se puede decir que los modelos de decisión son los elementos centrales en cualquier situación de decisión, pues la función que desempeñan es indispensable.

Debido a que los problemas de decisión que se presentan en las organizaciones pueden ser muy variados, los modelos de decisión, igualmente pueden tomar muchas formas. Por lo tanto, en los problemas de decisión es muy importante poder determinar cuál es el modelo apropiado a la situación particular de decisión y éste es precisamente el objetivo de esta fase. Aunque en este sentido cabe aclarar que cuando se trata de problemas muy complejos se requiere de especialistas en la construcción de modelos, pues la construcción de éstos modelos implica conocimiento de distintas áreas de conocimiento como organizacional, estadística, optimización, investigación de operaciones, etc.

Por otro lado, la entrada a esta fase la integra el conocimiento del problema de decisión y cómo éste es llevado a cabo, así como el conjunto de sus componentes; esto se puede obtener de la formulación formal del problema y del modelado del problema de decisión resultante de las fases 2 y 3 respectivamente. La salida de esta fase es un conjunto de tipos de modelos apropiados a la situación particular del problema de decisión, indicando también cuáles roles utilizarán dichos modelos. En la Figura 36 se muestran las actividades que deben ser llevadas a cabo en esta fase para determinar el o los modelos de decisión adecuados al problema estudiado y en los siguientes párrafos se describen cada una de las actividades mostradas en dicha figura.

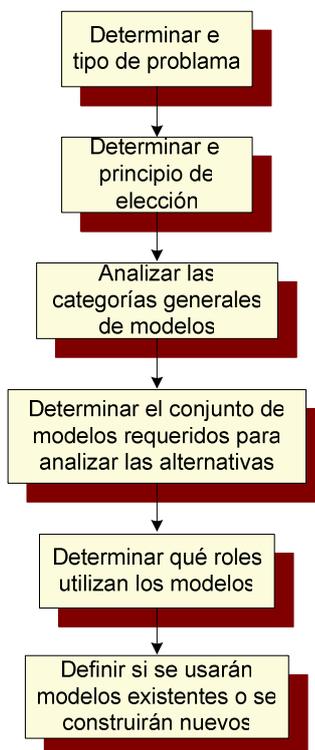


Figura 36. Serie de actividades para determinar el ó los modelos de decisión adecuados.

La primer actividad que se requiere hacer para determinar cuál es un modelo de decisión adecuado es, con la información que se conoce del problema, determinar en términos generales de qué tipo de problema de decisión se trata o cuáles son los tipos de problemas que integran al problema de decisión estudiado. Para lo cual Hossein Arsham (Arsham, 2004) identificó un conjunto de tipos de problemas de decisión, los cuales se muestran brevemente a continuación y se detallan en el Apéndice B en lo correspondiente a la fase 5:

- *Análisis costo-beneficio.*
- *Pronósticos.*
- *Finanzas e inversión.*
- *Control de inventarios y almacén.*
- *Asignación, distribución y transportación.*
- *Planeación de fuerza de trabajo.*
- *Planeación y control de proyectos.*
- *Colas y congestiones.*
- *Política de confiabilidad y reemplazo.*
- *Secuencia y calendarización.*

Así, de acuerdo al caso de estudio de Programación de Cirugías de Traumatología, hasta este punto ya se conoce información suficiente como para identificar de qué tipo de problema se trata. Particularmente el problema

presenta similitudes con varios tipos, los cuales son:

- *Calendarización.* Ya que principalmente, se debe determinar cuál es el mejor orden en que deberían ser programadas las cirugías de traumatología.
- *Pronósticos.* Debido a que se deben determinar cuáles son los patrones de ocurrencias de urgencias y de cirugías en general, para estimar la posible ocurrencia de éstas.

Una vez que se determinan las similitudes del problema que se está estudiando, enseguida se requiere determinar el tipo de solución –también llamado principio de elección- que se busca al tomar la decisión, la cual podría ser: óptima o suficientemente buena.

Para determinarlo es necesario revisar la información que ya se tiene del problema y analizar qué tipo de solución le sería de utilidad al tomador de decisiones, tomando en cuenta que una solución óptima implica que la alternativa buscada debe ser demostrablemente la mejor de todas las alternativas posibles y en una solución suficientemente buena, el tomador de decisiones establece un nivel deseado que algunas veces podría no ser cuantitativo (Turban, 1995).

Para el caso de estudio se determina que el principio de elección se refiere a una solución suficientemente buena, debido a que al elegir el conjunto de cirugías que serán realizadas, se tienen varios criterios de decisión, varias restricciones y varios objetivos que harían difícil lograr una solución óptima.

De esta forma, una vez definido el principio de elección, es necesario analizar las categorías generales de modelos de decisión existentes, con el fin de conocer qué clase de modelo o modelos se adecúa mejor al tipo de problema estudiado. En cuanto a esto, es importante destacar que, la investigación muestra que el elegir un modelo de decisión sobre otro, depende de la experiencia en la técnica elegida del tomador de decisiones (Marakas, 2003), es decir en general se escogen los modelos con los que el analista o el tomador de decisiones se siente más familiarizado.

Por otro lado, también existe una amplia experiencia en relacionar ciertas categorías generales de modelos a tipos de problemas de decisión (Power, 2002). A continuación se muestran las categorías generales de modelos que podrían ser tomados en cuenta de acuerdo al tipo de problema de decisión que se esté tratando (Turban, 1995) (Power, 2002):

- *Modelos contables y financieros.* Pueden ser aplicados a problemas de costo-beneficio, de pronósticos, finanzas e inversión, planeación estratégica.
- *Modelos de análisis de decisiones.* Por lo regular se usa cuando se tiene un número finito y pequeño de alternativas. Estos pueden ser usados tanto para problemas de un solo objetivo, como para problemas multi-objetivo. Para objetivos únicos pueden ser usadas las tablas de decisión y los árboles de decisión; y los problemas con objetivos múltiples pueden ser analizados por medio de varias técnicas, entre ellas el Análisis de Decisiones Multi-Atributo y el Proceso Jerárquico-Analítico.

- *Modelos de pronósticos.* Este tipo de modelos pueden ser usados para problemas de pronósticos y en general para cualquier tipo de problema que requiera conocer lo que pasará en el futuro en términos de algunas variables.
- *Modelos de optimización y redes de trabajo.* Se usan en problemas de planeación y control de proyectos, calendarización, asignación, distribución y transportación.
- *Modelos de Simulación.* Se aplican a problemas de control de inventarios y almacén, planeación de fuerza de trabajo, colas y congestiones, confiabilidad y reemplazo, y por último problemas de secuencia y calendarización.

La mayoría de las veces, para evaluar las alternativas se requiere más de un modelo de decisión, por lo que si así se necesita, se deben analizar todos los modelos que ayudarían a analizar las alternativas.

Concretamente dado que el problema de decisión del caso de estudio, presenta similitudes con tipos de problemas de calendarización y pronósticos, los modelos de decisión, que hasta este momento se estima serán usados son:

- Modelo de optimización⁵.
- Modelo de pronósticos.
- Modelo de análisis de decisiones multi-atributo.

Enseguida se requiere determinar qué roles utilizarán qué modelos, para lo cual es necesario tomar en cuenta las responsabilidades de cada rol dentro del proceso de decisión y si hubo una posible reasignación de responsabilidades o algún cambio de rol, al realizar el rediseño del proceso.

Por ejemplo, para el caso de la programación de cirugías se encontró que dadas las responsabilidades de los involucrados en la decisión, la secretaria para pre-programar, utiliza un modelo de pronóstico para estimar la duración de cirugías y un modelo para estimar la llegada de urgencias. Por otro lado, la Jefa de Ceye posee responsabilidades sobre el manejo del material y dado el rediseño también debe llevar a cabo pronósticos de uso basados en la ocurrencia de cirugías. Finalmente dado que el Jefe de Cirugía es el responsable de tomar la decisión en cuanto a la programación final de cirugías, los modelos que debe utilizar son el modelo de optimización, modelo de análisis de decisiones multi-atributo, modelos de pronóstico para estimación de duración de cirugías y llegadas de urgencias. Esta información se muestra la Tabla XI.

Una vez que ya se tomó en cuenta qué modelos se requieren al analizar las diferentes alternativas, para llevar cabo de forma completa el análisis del modelo de decisión, la última actividad propuesta se refiere a determinar si los modelos se deben construir, usar

⁵ No confundir con el principio de elección óptimo, ya que los modelos de optimización no implican que el resultado encontrado sea el mejor de todos, sino que consisten en la selección de una alternativa mejor, en algún sentido.

los ya existentes o realizar una modificación para adecuarlos completamente. Para determinar esto, se requiere estudiar los posibles modelos que serán usados y ver qué tanto se puede trabajar con ellos sin modificarlos.

Para el escenario estudiado, el análisis de los modelos de decisión adecuado arrojó los modelos mostrados en la Tabla XI.

Tabla XI. Recopilación de los modelos de decisión a utilizar para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología.

<i>Categoría del modelo</i>	<i>Tipo de adecuación</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Rol que lo utiliza</i>
Modelo de optimización	Realizar modificación	Dado que presenta varias restricciones y criterios, debe ser realizada una modificación a modelos de optimización para calendarización. Este modelo se usará, para generar diferentes opciones del orden en que deben ser realizadas las cirugías.	Jefe de Cirugía
Modelos de pronósticos	Usar existentes	El propósito de estos modelos dentro del problema de decisión, es encontrar patrones de ocurrencias de urgencias y de cirugías en general, para estimar la posible llegada de éstas, su duración; y los pedidos de material.	Jefe de Cirugía Jefa de Ceye Secretaria
Modelo de análisis de decisiones multi-atributo	Usar existentes	Lo que se busca al utilizar este modelo dentro del problema, es tomar en cuenta los diferentes criterios de decisión u objetivos de decisión, al analizar las diferentes alternativas.	Jefe de Cirugía

Hasta este punto, ya se conoce que es necesario utilizar un modelo o varios modelos, para analizar las diferentes alternativas de solución y también se sabe cuáles son los modelos apropiados, ahora se requiere estructurarlos.

III.10 Fase 6: Estructuración del modelo del problema de decisión

La estructuración del modelo de decisión se refiere a reunir de forma organizada toda la información que se conoce del problema y poder así analizar las alternativas de solución que se tengan. De donde, la entrada a esta fase es el conocimiento del problema de decisión y cada uno de sus componentes, los cuales se encuentran bien estructurados en el modelado de los componentes del problema de decisión resultante de la fase 3. Además también se requieren los objetivos de la decisión y los tipos de modelos analíticos de decisión adecuados al contexto particular del problema, lo cual resultó de la fase anterior. Asimismo, podrían también necesitarse datos organizacionales que no necesariamente se encuentran estructurados en los Diccionarios de Información Utilizada por la Decisión.

Por lo tanto, el objetivo en esta fase es ayudar a organizar esa información que ya fue obtenida en fases anteriores para establecerla de acuerdo al modelo ó modelos que se detectaron más adecuados y determinar la forma en como serán evaluadas las alternativas. De donde, se tiene como salida de esta fase el modelo ó modelos analíticos que permitirán analizar las alternativas de solución y/o modelos para brindar soporte a la actividad de decisión, tales como modelos de generación de información útil a la decisión, modelos de generación de alternativas y modelos de pronósticos.

Es importante señalar que dado que los modelos pueden tomar formas muy distintas, en esta fase se proporcionan lineamientos muy generales para estructurar estos modelos, debido a que para propósitos de esta tesis no es posible ser más específicos. Por lo que se recomienda que una vez identificados los tipos de modelos que se estructurarán se consulte información referente a dichos modelos, que por lo regular se encuentra en libros especializados de Programación Lineal, Simulación, Toma de Decisiones, etc.

Antes de comenzar con esta fase, es necesario conocer que el modelo debe mantenerse lo más simple posible, buscando que proporcione la información suficiente acerca del mejor curso de acción.

Ahora bien para empezar, en cuanto a los modelos detectados como adecuados en la fase anterior, aunque todos son necesarios para evaluar las alternativas, es muy importante analizar cuál o cuales de ellos representarán directamente al problema, y cuál o cuales de ellos servirán de soporte indirecto para el análisis. Es decir, dado que los tres elementos básicos que los problemas de decisión tienen son: las alternativas (¿Qué es posible hacer?), la información (¿Qué se conoce?) y las preferencias u objetivos (¿Qué es lo que se busca?); quizá uno de los modelos sea el que represente a los tres elementos y se tengan dos o tres modelos que ayuden a obtener información (la cual también incluye información para estimar las incertidumbres), ó puede suceder que uno de los modelos represente la información y los objetivos pero que otro modelo ayude a generar las alternativas. Indirectamente esto ya fue identificado en la fase anterior al determinar el objetivo de los modelos a utilizar para el problema.

Regresando al caso de estudio, al cual hemos dado seguimiento hasta aquí, se tiene que los modelos a utilizar son: Modelo de Análisis de Decisiones Multi-Atributo, Modelo de Optimización y Modelos de Pronósticos. De los cuales de acuerdo al Problema de Programación de Cirugías de Traumatología se determina que el Modelo de Análisis de Decisiones Multi-Atributo, es el que representará a los tres elementos del problema de decisión, pero las alternativas serán generadas por medio del Modelo de Optimización y alguna parte de la información incierta que se tiene en el problema será estimada por varios Modelos de Pronóstico.

Por lo tanto, ahora es posible comenzar a identificar las variables y las relaciones de cada modelo, para lo cual se requiere que los modelos detectados sean asociados a los roles que

los manipulan, ya que al ir identificando las variables y relaciones en los modelos, se debe también ir verificando si existen los datos organizacionales que dan valor a dichas variables y que por lo tanto sea posible incluir esa variable en el modelo. Para lo cual, una forma de verificar esto es, recurrir a los Diagramas Detallados de Decisión localizar los roles que participan y la información que manipulan, la cual se encuentra de forma más detallada en los Diccionarios de Información Utilizada para la Decisión.

Por ejemplo, en el proceso rediseñado del caso de estudio se tiene que para decidir si programar a un paciente o no, se debe especificar su prioridad, para lo cual se requiere saber qué tan grave se encuentra, su edad, si es foráneo, si está internado, etc. Entonces verificamos las actividades del rol Jefe de Cirugía al Programar Cirugía y podemos fácilmente ver, por medio de la etiqueta que aparece a un lado de cada actividad, qué información se requiere para llevar a cabo dicha actividad, encontrándose de forma más detallada en los Diccionarios de Información Utilizada para la Decisión y al hacer esto también se determina que los datos organizacionales necesarios si existen, por ejemplo: la edad puede ser consultada del número de afiliación y una de las prácticas adoptadas en la actividad de re-diseño de la fase 3 permiten registrar si el paciente es foráneo o no, entre otros datos.

La información que se requiere para identificar las variables y relaciones de cada modelo, ya ha sido identificada por medio de las fases 3 y 4 de esta metodología. Por ejemplo, en cuanto a modelo que representa al problema de decisión, “lo que se conoce” del problema está integrado por la información que se necesita, manipula y genera para tomar las decisiones, así como la forma en que es tomada la decisión. Lo identificado como criterios de decisión y objetivos integran “las preferencias u objetivos”. Cabe aclarar que para algunos problemas, “las alternativas” no se conocen en este momento, sino que pueden ser generadas hasta el momento de su solución. Pero si para la situación de decisión se tienen alternativas potenciales, éstas ya debieron ser identificadas en la fase 3.

En general, para el problema de decisión de la programación de cirugías, “lo que se conoce” del problema está integrado por los pacientes a programar, sus datos, horarios de cirugía de médicos, material necesario para cirugías, exámenes realizados a los pacientes, las incertidumbres inherentes, etc. Las preferencias y objetivos del problema tienen que ver con lograr una programación de pacientes que en general, mejore la situación de salud de los mismos, así como mejorar su satisfacción y reducir costos al hospital. Y por último las alternativas, estarían formadas por diferentes opciones de programación de pacientes, es decir, horarios de programación en donde los pacientes tienen diferentes fechas y horarios de cirugías. En este caso, las alternativas deberán ser generadas en el momento de programar de forma definitiva las cirugías.

De tal forma, que toda esta información ya se tiene estructurada por medio del Modelo Global de la Decisión, los Diagramas Detallados de Decisión y el Diccionario de Información Utilizada, de donde simplemente deben ser tomadas las variables y las relaciones clave o significativas dentro del problema, y estas deben ser estructuradas de acuerdo al modelo o modelos que se identificó como adecuados para el problema particular de decisión.

Para comenzar, el primer modelo a estructurar es el Modelo de Análisis de Decisiones Multi-Atributo o también llamado Multi-Objetivo ó Multi-Criterio. Este tipo de modelos será manejado por el Jefe de Cirugía y está orientado a analizar las decisiones que tienen diferentes criterios u objetivos y que por lo tanto las alternativas deben ser evaluadas de acuerdo a esos criterios, por lo que se debe tener información acerca de cada alternativa en cada criterio. Entonces, para empezar los objetivos y los sub-objetivos ya se tienen identificados, así como –en este caso- sus pesos, de los cuales ya es posible irlos estructurando en una tabla (se recomienda esto para una mejor estructura de los elementos) como la mostrada en la Tabla XII, en donde los objetivos se encuentran en la primer fila de la tabla, indicando con *Situación de salud* el objetivo de “Mejorar la situación de salud de los pacientes”, *Costos* el objetivo de “Reducir costos al hospital” y *Situación social* el objetivo de “Mejorar la satisfacción en pacientes”.

Tabla XII. Estructuración del Modelo de Decisión Multi-Atributo para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología.

	<i>Situación de salud</i>	<i>Costos</i>	<i>Situación social</i>
¿Alternativa 1?	Valor de la Alternativa 1 en cuanto a la Situación de salud	...	...
¿Alternativa 2?	...	...	...
¿Alternativa 3?	...	...	Valor de la Alternativa 3 en cuanto a la Situación social

De acuerdo a la Tabla XII, cada uno de los objetivos es una variable que es estimada por medio de otras variables que son los sub-objetivos o también llamados criterios de decisión. Por ejemplo, para estimar la situación social de un paciente a ser operado, se toma en cuenta si se trata de un niño, un anciano, un paciente foráneo, el tiempo que tiene esperando su cirugía y si se trata de un paciente “trabajador” o incapacitado, por lo que estas son variables y se relacionan con el objetivo “Mejorar la satisfacción de los pacientes”, al tomar en cuenta aspectos sociales, en la programación de las cirugías de traumatología. Lo mismo sucede con los demás objetivos. Además se determina que esta información sí se encuentra en la organización y es manejada por el rol que en este caso manejará este modelo, es decir, el Jefe de Cirugía.

Por otro lado, las alternativas que se tendrán que evaluar serán diferentes opciones de programación de cirugías, las cuales deben ser generadas con base en una pre-programación que se realiza conforme van llegando los pacientes a solicitar cirugías. La generación de alternativas se realiza por medio de otro modelo, es por esto que en la Tabla XII se encuentran representadas con signos de interrogación de esta forma: “¿*Alternativa n?*” donde *n* es el número de alternativas. Cada alternativa corresponde a diferentes programaciones de pacientes para los dos días siguientes a la fecha en que se realiza la programación definitiva de cirugías.

De tal forma que el siguiente modelo a estructurar es el Modelo de Optimización, el cual es usado también por el Jefe de Cirugía, para la generación de las diferentes opciones de calendarios, es decir, de las diferentes alternativas. En general, para un modelo de este tipo se tienen:

- Una o más funciones objetivo, que en este caso están relacionadas con los objetivos del problema: “Mejorar la satisfacción en pacientes”, “Reducir costos al hospital” y “Mejorar la situación de salud de los pacientes”
- Variables de decisión que se refieren a qué día y qué hora programar a cada uno de los pacientes pre-programados.
- Restricciones que se refieren a la información ya identificada del problema por medio de los Diagramas Detallados de Decisión y el Diccionario de Información Utilizada. Un ejemplo de estas restricciones son los horarios de los médicos y el paciente que requiere ser operado por alguno en particular, por lo tanto si ese paciente requiere ser operado por un médico en particular, el paciente debe ser programado el día en que le toca operar al médico.

Para la generación de las diferentes opciones de programación de cirugías (alternativas) cada pacientes a ser programado debe de tener una prioridad que será determinada por los criterios ya identificados y estructurados en el Modelo Global de la Decisión, de tal forma que los pacientes que tengan prioridad más alta deben ser programados primero, cuidando siempre no violar ninguna de las restricciones, y generando así diferentes programaciones de cirugías para los dos días. Por lo que, analizando la información que manipula el rol Jefe de Cirugía, se tiene que toda la información para determinar las variables, ya fue identificada anteriormente dentro de los datos organizacionales, aquí sólo hace falta analizar dicha información y reunirla. De tal forma, que las variables en este caso son: la información de cada paciente, el médico que envió al paciente a que le programaran cirugía, si él necesariamente lo debe operar; y las restricciones como: que se tenga el material de osteosíntesis necesario para la operación del paciente, horarios de médicos, horarios de uso de quirófanos, la duración de la cirugía, etc.

Por otro lado, como ya se conoce de fases anteriores, el problema de decisión

estudiado presenta incertidumbres, que se planea sean estimadas por los diferentes roles (Jefe de Cirugía, Jefa de Ceye y Secretaria) haciendo uso de Modelos de Pronósticos, los cuales se verán a continuación después de evaluar qué tan necesario resulta estimarlas.

Una vez que han sido identificadas las variables de estos modelos, se recomienda que antes de continuar con la identificación de las variables de los últimos modelos se razone acerca de lo apropiado de asumir incertidumbre, certidumbre o riesgo en la situación de decisión.

En la fase 3, ya fueron identificadas las incertidumbres y también ya fueron analizadas cuáles de estas pueden ser tratadas por medio de datos organizacionales existentes, los cuales son los que permiten hacer predicciones.

Sin embargo, de acuerdo al problema de decisión, quizá no se requiere estimaciones para todas las incertidumbres detectadas en el problema, dado que éstas pueden ser tomadas en cuenta para el modelo de tres formas diferentes: como incertidumbres (tal y como se detectaron), como riesgo (cuando se tiene información para hacer predicciones acerca de la situación) y como certidumbres (cuando así se determina, ya sea porque se tiene algún tipo de certeza en tal evento o porque el analista así lo decide).

De tal forma, que en esta actividad se requiere analizar la lista de incertidumbres que se tiene y determinar ¿cuáles deberían permanecer?, ¿cuáles no?, ¿por que? y ¿qué tan apropiado es asumir alguna de estas opciones para cada una de las incertidumbres del problema?, es decir, se debe investigar la repercusión de la incertidumbre en la decisión, porque puede suceder que no valga la pena construir el modelo, pues estimar dicha incertidumbre no beneficiaría en gran medida a la decisión. Además, un dato muy importante a seguir tomando en cuenta es qué rol utilizará dicho modelo, pues dado que la mayoría de las incertidumbres no son tomadas en cuenta, se deberá capacitar –de acuerdo a soporte que se determine como adecuado- a cada rol en el uso del modelo de pronóstico que le corresponde.

Entonces, de acuerdo al caso de estudio, las incertidumbres identificadas y que son posibles de tratar por medio de información existente dentro del ámbito del problema, son:

- Falta de tiempo quirúrgico a la hora de realizar la cirugía. Es decir que la cirugía dure más o menos tiempo de lo estimado al momento de programarla.
- Llegadas de urgencias.
- Falta de material de osteosíntesis necesario para llevar a cabo la cirugía de los pacientes.

Al analizar cada una de ellas se tiene, para empezar, que la primera requiere ser estimada de alguna forma pues es una incertidumbre que está costando varias re-programaciones de cirugías, por estimar siempre de manera fija la duración

de las cirugías.

En cuanto a la segunda incertidumbre, también es muy importantes que sea estimada pues, de acuerdo a como se estudió el problema de decisión, las llegadas de urgencias nunca son tomadas en cuenta, aunque se sabe que éstas suceden todos los días, provocando aún más retrasos y re-programaciones que la incertidumbre anterior.

Por último la falta de material, junto con las dos anteriores forman parte de las principales causas de suspensión de cirugías, pero ésta aún más grave porque si un paciente le falta una pieza de su material simplemente no tienen ninguna posibilidad de ser operado. De tal forma, que estas tres incertidumbres tienen un efecto negativo directo sobre los objetivos de la decisión.

Muy relacionado a la falta de material también está, la necesidad de conocer el tiempo en que tarda en llegar cierto tipo de material, una vez efectuado el pedido.

Ninguna de estas incertidumbres puede ser tratada como certidumbre, ya que aunque resulta más fácil trabajar con modelos basados en esta suposición, esto causa que se tomen malas decisiones. Por lo tanto, éstas deberán ser tomadas como situaciones de riesgo y evaluadas adecuadamente.

Así, una vez que se examina si es apropiado asumir incertidumbre, certidumbre o riesgo, es necesario especificar las situaciones determinadas a tratar por medio de riesgo, es decir construir los Modelos de Pronósticos necesarios.

En términos prácticos, no hay una verdad absoluta que guíe la selección y aplicación de una técnica determinada de predicción, la cual también depende de la experiencia y/o familiaridad del analista del modelo con alguna técnica en particular.

Por lo tanto, de acuerdo al caso de estudio, los Modelos de Pronósticos tienen como propósito encontrar patrones de ocurrencias de urgencias y de cirugías en general, para estimar la posible llegada de éstas, la duración más aproximada y las necesidades de material, para poder efectuar los pedidos.

En primer lugar, para estructurar el modelo de pronósticos usado por la Secretaria y el Jefe de Cirugía, que ayudará a estimar una duración más aproximada de las cirugías, lo primero que se tiene que hacer es revisar la información histórica de las cirugías que han sido realizadas de cada tipo, y entonces determinar un rango de tiempo para contar cuántas cirugías de ese tipo duran tal rango de tiempo. Así, por ejemplo, se determina cuántas cirugías del tipo estudiado en ese momento duraron de 1 a 20 minutos, cuántas de 21 a 40 y así sucesivamente, de tal forma que se tenga un histograma para cada cirugía.

El histograma correspondiente a la cirugía “Osteosíntesis de radio” se encuentra en la Figura 37.

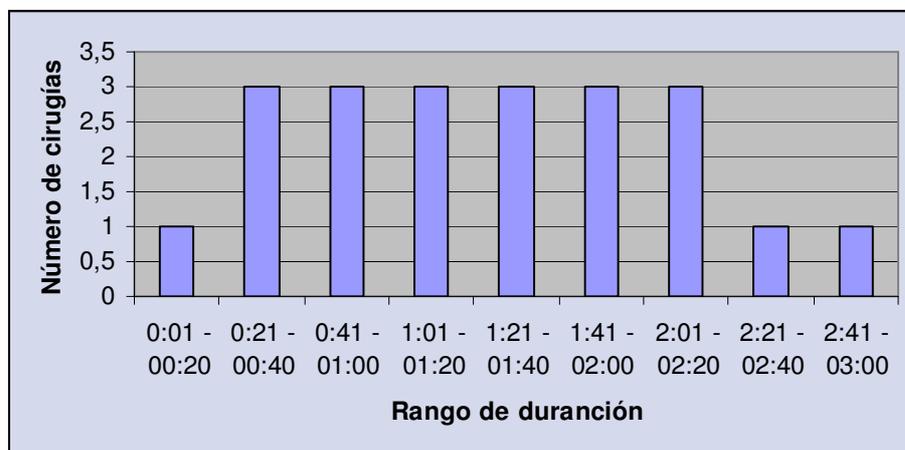


Figura 37. Histograma de la duración de las “Osteosíntesis de Radio”.

Este histograma debe ser normalizado, para construir un histograma acumulativo en donde se tendrán el comportamiento de la cirugía de acuerdo a su duración, y al momento de programar dicha cirugía se podrá obtener un tiempo de duración más aproximado por medio de una función que al generar un número aleatorio tome en cuenta los datos del histograma acumulativo, el cual está basado en la duración que ha tenido dicha cirugía en meses anteriores. En la Figura 38 se encuentra el histograma normalizado y acumulativo de la duración de las cirugías “Osteosíntesis de Radio”. Así de acuerdo al histograma, para calcular la duración de la cirugía, al momento de programar una cirugía de este tipo, se generaría un número aleatorio, supongamos que es .8, de esta forma se sabría que la cirugía debe durar aproximadamente 1:50 minutos.

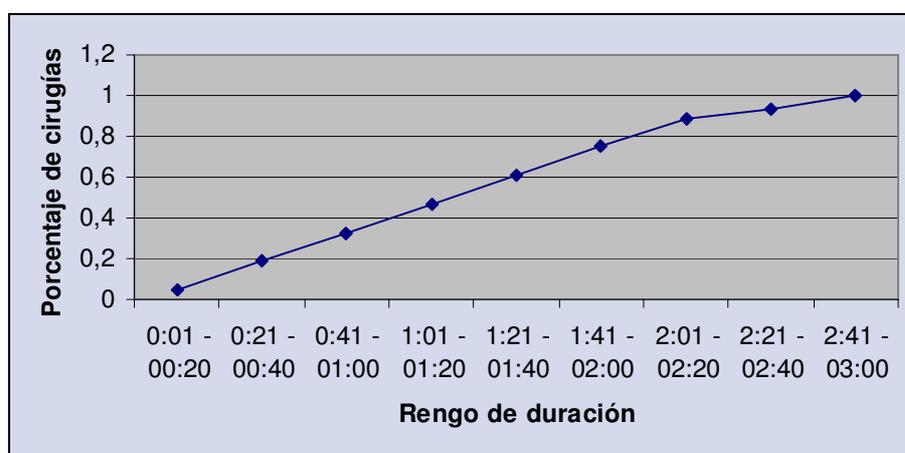


Figura 38. Histograma normalizado y acumulativo de la duración de las “Osteosíntesis de Radio”.

De forma similar se obtienen los datos para las incertidumbres de la llegada y duración de urgencias y de la falta de material.

En cuanto al otro modelo que también tiene impacto sobre los roles de la Secretaria y el Jefe de Cirugía para estimar llegada de urgencias se requiere realizar histogramas en donde se registre el tiempo que pasa entre la llegada de una urgencia y otra, el procedimiento hasta llegar al histograma normalizado y acumulado sería el mismo que para el de duración de cirugías. El tiempo de duración de las urgencias también es estimado de la misma forma, revisando datos de duración de cada cirugía exclusivamente en urgencias, siendo estos modelos también utilizados por la Secretaria y el Jefe de Cirugía.

Por otro lado, para el modelo de pronóstico que tiene impacto sobre el rol de la Jefa de Ceye se necesita estimar la necesidad de material y poder hacer pedidos anticipados, para lo cual se sigue el mismo procedimiento que el explicado en los casos anteriores. En este caso se requiere tener una relación de cirugías y material de osteosíntesis utilizado en ellas y luego estimar cuántas cirugías que utilicen determinado material ocurrirían en el período –por ejemplo- de un mes. Entonces la Jefa de Ceye verificaría cuál es la existencia actual de dicho material y estimaría -basada en dicho dato y en su experiencia- las unidades a pedir de dicho material.

Por último, existe otra incertidumbre que debe ser enfrentada por la Jefa de Ceye, esta incertidumbre es el tiempo de arribo de los materiales una vez pedidos, la cual se ha determinado que sea estimada por la Jefa de Ceye basándose en su experiencia. Es importante mencionar que en particular este modelo de pronóstico es llamado “Estimaciones estadísticas de patrones de arribos y tiempo de servicios”.

Hasta este punto ya se tienen identificadas las variables de los modelos y las relaciones entre las variables.

En cuanto al caso de estudio se sabe que el modelo de pronóstico que ayuda a estimar una duración más aproximada de cirugía, la posible llegada de urgencias y la duración de estas urgencias, se utiliza al momento de pre-programar cirugía y las pre-programaciones se usan a su vez para generar las alternativas del problema, es decir los calendarios de programación de cirugía, entonces, por ejemplo, la variable que arroje ese modelo servirá de entrada para el modelo usado en la generación de programaciones de cirugía. Así de acuerdo a la Tabla XIII, ya se tienen las variables para las alternativas y para los objetivos, pero falta determinar cómo estimar los valores de las alternativas en cuanto a cada uno de los objetivos.

Tabla XIII. Estructuración del Modelo de Decisión Multi-Atributo para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología.

	<i>Situación de salud</i>	<i>Costos</i>	<i>Situación social</i>
<i>Alternativa 1 que se genera por medio del Modelo de Optimización</i>	<i>Valor de la Alternativa 1 en cuanto a la Situación de salud</i>	...	...
<i>Alternativa 2 que se genera por medio del Modelo de Optimización</i>	...	...	...
<i>Alternativa 3 que se genera por medio del Modelo de Optimización</i>	...	...	<i>Valor de la Alternativa 3 en cuanto a la Situación social</i>

Por lo tanto, es tiempo de establecer la forma en como serán evaluadas cada una de las alternativas, para poder seleccionar una de ellas. Una de las formas más comunes para elegir entre alternativas es por medio del cálculo del *valor esperado*, en donde al calcular el valor esperado para cada alternativa, idealmente se elige la alternativa que arroja un mayor valor (Clemen, 1991). También existen más formas de decidir entre alternativas, por ejemplo, comparar entre pares de alternativas de acuerdo a cada uno de los criterios que se tienen y decidir en cada comparación cuál alternativa cumple mejor con el objetivo evaluado en ese momento, de tal forma que la alternativa que tiene más puntos a favor por superar más veces a su alternativa contrincante es la que se elige como la mejor. Igualmente existen varias formas de evaluar alternativas, las cuales pueden ser estudiadas a más detalle en libros especializados de análisis de decisiones.

Por lo tanto de acuerdo a la Tabla XIII, faltaría conocer primero, cómo estimar el valor de cada alternativa de acuerdo a cada objetivo que se persigue (situación de salud, costos y situación social) y segundo, basado en esto, determinar cómo estimar cuál es la alternativa mejor de acuerdo a todos los objetivos y sus pesos dentro del problema de decisión.

Particularmente para el caso de estudio, proponemos un modelo basado en *Funciones de Utilidad*. La primera de las funciones de utilidad que debe ser creada es para evaluar el valor que tiene cada paciente de los programados, así cada paciente tendrá un función de utilidad que estará dada por los datos particulares, por ejemplo si se trata de un paciente anciano, que está grave, hospitalizado y que tiene un tiempo significativo esperando su cirugía, seguramente tendrá una utilidad individual alta para los objetivos de situación de salud, costos y situación social. Además, como ya se ha mencionado cuando se tienen varios objetivos, se debe tomar en cuenta su importancia, para lo cual se establecieron pesos a cada uno de los objetivos. A continuación se encuentran las funciones que arrojan las prioridades de cada paciente de acuerdo a sus datos particulares:

$$a) \text{ Sit.salud} = x_{\text{gravedad}} + x_{\text{tiempoesp}} + x_{\text{reprogram}}$$

donde:

$$x_{\text{gravedad}} = ((\text{gravedad} * \text{pesoGravedad}) / 3)$$

$$x_{\text{tiempoesp}} = ((\text{tiempoesperando} * \text{pesoTiempoEspera}) / 7)$$

$$x_{\text{reprogram}} = ((\text{reprogram} * \text{pesoReprogramaciones}) / 3)$$

donde:

pesoGravedad, *pesoTiempoEspera* y *pesoReprogramaciones* es el peso asignado a tales criterios.

gravedad puede tener el valor de 1, 2 ó 3 si la gravedad del paciente es moderada, media ó gravedad relativa respectivamente.

tiempoesperando puede tener el valor de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., indicando cuántos días tiene esperando el paciente por su cirugía. Si $\text{tiempoesperando} > 7$ entonces

$$x_{\text{tiempoesp}} = \text{pesoTiempoEspera}$$

reprogram puede tener el valor de 1, 2, 3, ..., indicando cuántas reprogramaciones ha tenido el paciente. Si $\text{reprogram} > 3$ entonces

$$x_{\text{reprogram}} = \text{pesoReprogramaciones}$$

$$b) \text{ Sit.social} = (x_{\text{edad}} * \text{pesoEdad}) + (x_{\text{foraneo}} * \text{pesoForaneo}) + x_{\text{tiempoesp}} + (x_{\text{trabajador}} * \text{pesoTrabajador})$$

donde:

pesoEdad, *pesoForaneo*, *pesoTrabajador* es el peso asignado a tales criterios

$$x_{\text{edad}} = 1 \text{ si } \text{edad} \leq 12 \text{ ó } \text{edad} \geq 65, \text{ si no } x_{\text{edad}} = 0$$

$$x_{\text{foraneo}} = 1 \text{ el paciente es } \text{foraneo}, \text{ si no } x_{\text{foraneo}} = 0$$

$$x_{\text{trabajador}} = 1 \text{ si es un paciente afiliado como trabajador ó si está incapacitado}$$

$$x_{\text{tiempoesp}} = ((\text{tiempoesperando} * \text{pesoTiempoEspera}) / 7)$$

donde:

pesoTiempoEspera es el peso asignado a tal criterio

tiempoesperando puede tener el valor de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., indicando cuántos días tiene esperando el paciente por su cirugía. Si $\text{tiempoesperando} > 7$ entonces

$$x_{\text{tiempoesp}} = \text{pesoTiempoEspera}$$

c) $\text{Costos} = (x_{\text{hospitalizado}} * \text{pesoHospitalizado})$

donde:

$x_{\text{hospitalizado}} = 1$ si está hospitalizado y $x_{\text{hospitalizado}} = 0$ si no está hospitalizado

pesoHospitalizado es el peso asignado a tal criterio

Pero para elegir la mejor alternativa no sólo se debe tomar en cuenta la utilidad de cada uno de los pacientes a ser programados en las diferentes opciones de programación, sino que también debe ser tomado en cuenta el orden en el que estén cada uno de los pacientes dentro de cada una de las opciones de programación.

Por ejemplo supóngase que se tiene un paciente que está hospitalizado y ese paciente en particular está programado para el día 1 en una de las alternativas de programación. Ese mismo paciente está calendarizado para el día 2 en otra opción de programación, por lo tanto la utilidad que debería arrojar un valor más alto de acuerdo al criterio de costos es la alternativa que tiene al paciente programado para el día 1; pues se está ahorrando el costo por tener al paciente un día más hospitalizado. Por lo tanto, las utilidades deben ser construidas de acuerdo a estas premisas.

La función de utilidad que toma en cuenta a todos los objetivos y sus pesos se llama *Función de Utilidad Aditiva*, por medio de esta función se asume que se tienen funciones de utilidad individual $U_1(x) \dots U_m(x)$ para m objetivos diferentes.

Es decir, para nuestro caso tenemos que:

$U_1(x)$ es la función que nos da la utilidad para el objetivo de la situación de salud de la programación de cirugías que estamos evaluando.

$U_2(x)$ es la función que nos da la utilidad para el objetivo de los costos de la programación de cirugías que estamos evaluando.

$U_3(x)$ es la función que nos da la utilidad para el objetivo de la situación social de la programación de cirugías que estamos evaluando.

Es decir, x es la alternativa evaluada en cuestión.

Por simplicidad, a continuación se detalla la función correspondiente a la utilidad en cuanto al costo de la alternativa de programación, es decir se explica cómo se obtiene $U_2(x)$. Debemos tener en cuenta que estas utilidades se dan en función de la localización del paciente dentro de la programación, es decir la importancia radica en si el paciente está programado para el primer día o para el segundo, a una hora o a otra.

$$U_2(x) = \text{porcentajeHospitalizacion} + \text{porcentajeQuirofanos}$$

donde

$$\text{porcentajeHospitalizacion} = \text{pesoHospitalizado} - (\text{pacHPD2} * \text{decremento})$$

donde

pesoHospitalizado es el peso asignado al criterio Hospitalizados
 $\text{decremento} = \text{pesoHospitalizado} / \text{pacH}$

pacH = número total de pacientes hospitalizados a programar

pacHPD1 = número de pacientes hospitalizados programados para el día 1

pacHPD2 = número de pacientes hospitalizados programados para el día 2

$$\text{porcentajeQuirofanos} = \text{pesoQuirofanos} - ((\text{minutosTot} - \text{minutosTotUt}) * \text{decremento})$$

donde

pesoQuirofanos es el peso asignado al criterio Quirófanos

$\text{decremento} = \text{pesoQuirofano} / \text{minutosTot}$

minutosTot = número de minutos totales de uso del quirófano por los dos días

minutosTotUt = número de minutos totales utilizados (incluyendo urgencias, cirugías programadas y tiempo de aseo)

En particular, se asume que cada función de utilidad ($U_1(x) \dots U_m(x)$) asigna valores de 0 y 1 ó de 0 y 100, para el peor y mejor nivel para cada objetivo particular. De esta forma es posible estimar el valor de cada alternativa de acuerdo a cada objetivo que se persigue.

Ahora, para estimar cuál es la alternativa mejor de acuerdo a todos los objetivos y sus pesos dentro del problema de decisión, se utiliza la función de utilidad aditiva, la cual es un promedio con pesos –correspondientes a la importancia de cada objetivo- de esas funciones de utilidad diferentes, esta función de utilidad aditiva se calcula así:

$$U(x) = k_1 U_1(x) + \dots + k_m U_m(x)$$

$$= \sum_{i=1}^m k_i U_i(x)$$

De donde, para el caso de estudio ya explicamos cómo calcular $U_i(x)$ y por medio de la fase 4 se determinó que los pesos de los objetivos k_i, \dots, k_m , es decir, para la situación de salud, costos y situación social son 40%, 40% y 20% respectivamente, cuidando que todos los pesos sean positivos y sumen 1 o 100.

Hasta este momento ya se estructuraron cada uno de los modelos de este problema de decisión, tomando en cuenta sobre qué rol tienen impacto y si existen los datos organizacionales para incluir las variables necesarias en los modelos. Enseguida se detalla la fase referente a la estructuración de los elementos de coordinación y colaboración, la cual se lleva a cabo de forma paralela a las fases 3, 4, 5 y 6, por lo que puede ser que algunos elementos mencionados en estas fases correspondan a lo explicado en la siguiente fase.

III.11 Fase 7: Estructuración de elementos de coordinación y colaboración

Anteriormente ya se ha hablado que la toma de decisiones grupal significa ventajas debido a que interviene más experiencia y perspectivas dentro del problema; esto por otro lado también trae algunas desventajas, pero el problema con la toma de decisiones grupal, en la mayoría de los casos, no es la toma de decisiones con múltiples participantes sino una inapropiada estructura de los participantes con el contexto del problema (Marakas, 2003).

Por lo tanto, el objetivo de esta fase es establecer una estructura de coordinación y colaboración entre el grupo tomador de decisiones, adecuada al contexto de decisión, para que ésta eventualmente pueda ser la base para la coordinación del GDSS.

De tal forma que en esta fase el entendimiento y la estructuración se enfocan explícitamente en la coordinación que se lleva a cabo entre los roles del proceso de decisión, así como la información y herramientas que utilizan; lo que corresponde –junto con la identificación de los componentes del problema de decisión– al segundo nivel de estructuración mencionado al principio de este capítulo.

Para hacer esto se requiere como entradas, elementos producidos en otras fases tales como: RADs, Modelos Globales de la Decisión, Diagramas Detallados de Decisión del problema estudiado y del rediseñado, Diccionario de Información Utilizada para la Decisión. Cabe destacar que esta fase puede ser realizada de forma paralela a las fases 3, 4, 5 y 6 desde el momento en que se define el problema de decisión (fase 2). En cuanto a las salidas resultantes de esta fase se tienen: el conocimiento de la interacción del proceso de decisión, modelado referente al comportamiento como por ejemplo los estados de cada uno de los roles de los involucrados en la decisión, información manipulada y usada en dichos estados y los modelos analíticos de decisión utilizados por los involucrados.

La primer actividad que se propone realizar para lograr el objetivo es tomar en cuenta las interacciones y coordinación entre los involucrados en la decisión. Es decir, conocer

quiénes son los que participan en la decisión, quiénes están relacionados directa e indirectamente, qué rol toma cada uno de ellos, qué tan activa es la interacción entre ellos, en qué ocasiones se comunican, qué actividades realizan, qué piezas de información manipulan, etc.

Estas interacciones y actividades, ya fueron identificadas en la primera y tercer fase de esta metodología. En la primer fase se identificó la interacción que realizan los participantes del ámbito del problema de decisión al llevar a cabo los procesos relacionados con el problema de decisión y en la tercer fase se exploró la interacción que llevan a cabo los involucrados en la toma de decisión. Es precisamente este último tipo de interacción la que interesa explorar directamente, aunque las interacciones identificadas en la primer fase podrían resultar de ayuda en muchas ocasiones, sobre todo cuando se requiere analizar una redefinición de roles que podría repercutir en mejoras en la actividad de decisión.

Por ejemplo, de acuerdo al caso estudiado se conoce que la toma de decisiones es una actividad grupal en donde intervienen dos roles, los cuales son: *Jefe de Cirugía – Programando cirugía* y *Jefa de Ceye – Programando cirugía*, los cuales interactúan en varias ocasiones para lograr el objetivo que es programar las cirugías. Otra de las diversas interacciones que se lleva a cabo es cuando se solicita material para la cirugía, en donde los roles son *Traumatólogo – Solicitando material*, *Jefa de Ceye – Registrando pedido de material* y *Paciente – Llevando solicitud a Ceye*. Así mismo, la Jefa de Ceye y el Personal de Abastecimiento interactúan cuando la *Jefa de Ceye – Solicita material a abastecimiento* y *Verifica llegada de material*. En cuanto a la programación grupal de cirugías, es posible darse cuenta que la comunicación que se realiza es cuando el Jefe de Cirugía solicita a la Jefa de Ceye, información acerca de la disponibilidad de material. Todo esto y los demás aspectos, pueden ser vistos fácilmente por medio de los diagramas creados en la primer y tercer fase de esta metodología.

Una vez que se tiene una primer inspección a las interacciones y coordinación llevadas a cabo al tomar las decisiones, es necesario determinar el grado de responsabilidad de cada rol en la decisión. Quizá ya se comenzó a identificar esta responsabilidad, al revisar la comunicación que se lleva a cabo entre los involucrados en la decisión, pero lo que se requiere es que se especifique claramente sobre cuantas personas cae directamente la responsabilidad de tomar la decisión final y qué tipo de interacción tienen todos los participantes. Es decir, se requiere contestar a las preguntas: ¿la decisión final la está tomando sólo uno de los roles participantes?, ¿la responsabilidad de la decisión recae sobre dos o más roles?, ¿qué tipo de participación tienen los demás involucrados?, ¿existe comunicación entre todos éstos?, ¿sólo existe comunicación entre los roles que no toman decisiones y el tomador de decisiones (en caso de que la responsabilidad de tomar la decisión recaiga en un solo involucrado)?.

Para el caso estudiado de la Programación de Cirugías de Traumatología, se tiene que el responsable de tomar la decisión final referente a la programación de cirugías es el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye es responsable de manejar la información referente a la existencia de material de osteosíntesis necesario para la cirugía y de proporcionar este tipo de información al Jefe de Cirugía. En este caso, debido a que el grupo tomador de decisiones sólo está integrado por dos individuos, la comunicación e interacción principal que se establece se lleva a cabo sólo entre éstos.

Por otro lado, con el fin de proporcionar una estructura adecuada al proceso grupal de decisión, algunas veces se requiere hacer modificaciones a la forma en como se está llevando a cabo el proceso, implicando una redefinición de roles y posiblemente de la coordinación. Es precisamente esta actividad la que se sugiere realizar con la actividad de rediseño de la fase 3. En este sentido, cabe destacar que cualquier iniciativa de rediseño necesita estar ajustada a las políticas del dominio, es decir de la organización.

De tal forma, que es necesario analizar los roles de cada uno de los involucrados, para asegurarse que las responsabilidades que tiene cada uno dentro del proceso de decisión son las mejores en función de la eficiencia del proceso grupal de decisión. Además del análisis de cada uno de los roles, es muy importante tomar en cuenta las preocupaciones de cada uno de los involucrados, pues frecuentemente pueden dar ideas acerca de las necesidades de reforma en los procesos. Algunas de las circunstancias que indican la necesidad de hacer cambios respecto a roles son:

- Que alguno de los involucrados en la decisión no tenga toda la información necesaria de forma oportuna para tomar la decisión.
- Resultados de las actividades y decisiones incompletas o fuera de tiempo.
- Actividades repetidas y de poco valor agregado al proceso de decisión.
- Proceso de decisión sin estructura o confuso.
- Que exista una coordinación deficiente al momento de manipular información necesaria para la decisión.

Al analizar las actividades relacionadas con la decisión de cada uno de los involucrados, se encuentra que es necesario redefinir tanto el rol del Jefe de Cirugía como el rol de la Jefa de Ceye y Secretaria.

En cuanto a la Secretaria, su actividad de pre-programación cambia un poco, ya que debe tomar en cuenta un valor más aproximado de duración de cirugía, para la cual se utiliza uno de los modelos de predicción. También, al momento de pre-programar debe ser conciente de que puede llegar una urgencia, por lo que requiere –igualmente basándose en información histórica- tomar en cuenta la posible llegada de estas, la duración que podrían tener y la hora en que podrían suceder. Este cambio fue motivado por la necesidad de tener menos re-programaciones de cirugías, por lo que se vio la necesidad de tomar en cuenta más incertidumbres desde el momento de la pre-programación.

En cuanto al Jefe de Cirugía al momento de programar definitivamente, puede decidir tomar o no tomar en cuenta las urgencias, así como modificar la duración de las urgencias y cirugías en general. Esto porque él tiene la experiencia y autoridad para hacerlo.

Para el rediseño del rol de la Jefa de Ceye se puede decir que ella originalmente sólo tiene la responsabilidad de informar acerca de la disponibilidad de material para las cirugías con base en la existencia que se tiene en la Jefatura de Ceye, sin tener acceso inmediato a la disponibilidad total que existe en la clínica, cuyo control se tiene en el departamento de Abastecimientos. Por lo que se propone que además, ella tenga la posibilidad de consultar la disponibilidad de material total de la clínica. Este cambio en el rol se basó principalmente en dos aspectos: por un lado mejora el proceso de decisión evitando retrasos o suspensiones de cirugías sólo porque el material necesario no se tiene en la Jefatura de Ceye (pudiendo estar en Abastecimientos) y en segundo lugar debido a que es una de las preocupaciones manifestadas por la Jefa de Ceye.

Por otro lado, dado que el cambio de rol de la Jefa de Ceye está orientado a el manejo de más información referente al material de osteosíntesis y una de las incertidumbres que se tiene es acerca de la necesidad de material; también se encuentra necesario que la Jefa de Ceye pueda realizar pronósticos de disponibilidad de material, basados en el uso de información referente a la ocurrencia de cirugías que utilizan determinado material. De esta forma puede realizar pedidos de material, conforme a lo que se prevé se necesitará y también tener un idea del día en que podría llegar el material y hacérselo saber al Jefe de Cirugía para que lo tome en cuenta en futuras programaciones. En particular este cambio en el rol se basó en la búsqueda de una mejora al proceso de programación de cirugías, al estimar la ocurrencia de incertidumbres como lo es la utilización de material de osteosíntesis.

Al analizar esta redefinición de roles, se encuentra que ahora la Jefa de Ceye tiene más responsabilidades, aunque el Jefe de Cirugía es el que sigue tomando la decisión final en la programación de cirugías.

Cuando ya se ha realizado la redefinición de roles adecuada y en general una vez que el rediseño del problema de decisión ha sido efectuado, es el momento de comenzar a identificar los elementos para construir el mecanismo coordinador de la toma de decisiones grupal. Lo mismo aplica para la coordinación de alguna actividad grupal relacionada con la decisión que se considere importante.

Para realizar esto, se hace uso de algunos lineamientos para la obtención de los elementos necesarios para un mecanismo coordinador de procesos, identificados por García Carillo en su tesis de maestría llamada “Desarrollo de una arquitectura de coordinación de procesos

organizacionales en Internet” realizada dentro del Grupo de Ingeniería de Procesos del departamento de Ciencias de la Computación del CICESE (García Carrillo, 2001).

Por lo tanto, lo primero que se requiere hacer es identificar los estados de cada uno de los roles que intervienen en la actividad grupal, ya sea de toma de decisiones o de soporte a ésta. Así, a medida que los roles ejecutan sus actividades el estado de cada uno de éstos va cambiando, indicando la situación en que se encuentran en un momento determinado. El identificar los estados ayuda a conocer el comportamiento de los roles y por lo tanto se facilita una mejor representación de la coordinación del proceso.

Para representar los estados de los roles, se sugiera hacer uso de los diagramas de transición de estados. En la Tabla XIV se muestra la notación usada para su construcción.

Tabla XIV. Notación para la construcción de Diagramas de Transición de Estados.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Marca de inicio de los estados del rol.
	Estados del rol.
	Representa los eventos, que hacen que se pase de un estado a otro.

Una vez realizado el rediseño al proceso completo de la toma de decisiones grupal para la programación de cirugías, los estados que toman el Jefe de Cirugía al decidir la fecha definitiva de cirugía se muestran en la Figura 39 por medio del diagrama de transición de estados. En esta figura se puede observar claramente todos los estados que va tomando el Jefe de Cirugía, algunos de los más importantes son: *Verificando resultados de análisis pre-anestésicos*, *Solicitando disponibilidad de material a J. de Ceye*, *Asignando prioridad a pacientes*, *Determinando pesos para criterios de programación*, *Generando alternativas*, *Modificando alternativas*, *Verificando utilidades de las alternativas*, *Determinando pesos para criterios de programación* y *Seleccionando alternativa*. En cada uno de estos estados se realizan actividades, se manipulan elementos de decisión, ya sea información, modelos de decisión, etc.

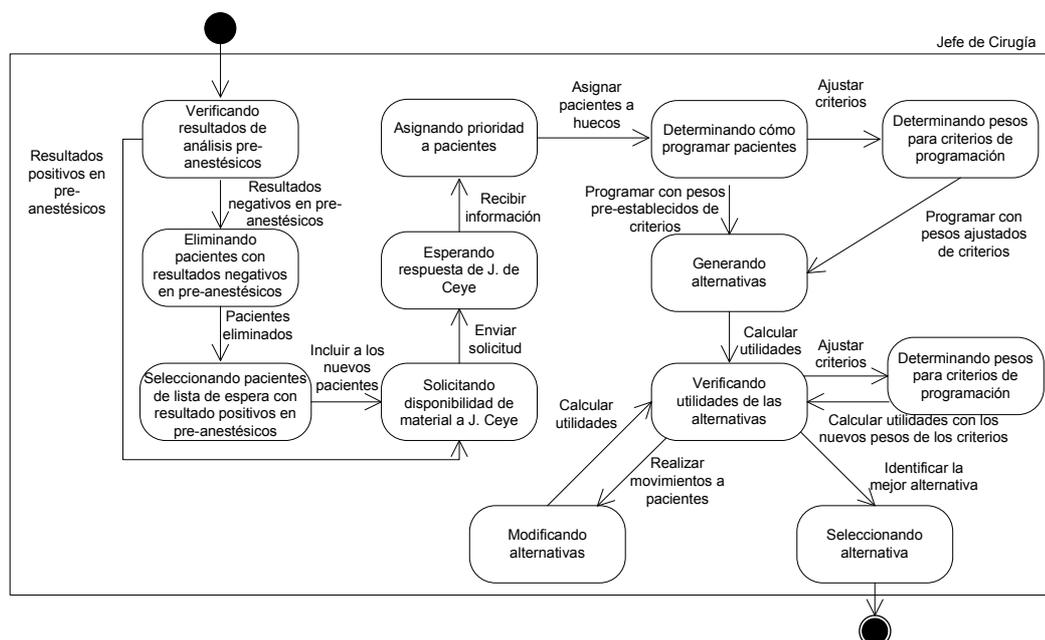


Figura 39. Diagrama de transición de estados para Jefe de Cirugía al decidir la fecha definitiva de cirugía.

Debido a que el objetivo de identificar los estados es facilitar la construcción del elemento coordinador de la toma de decisiones y esta toma de decisiones la realizan tanto el Jefe de Cirugía como la Jefa de Ceye, también se requiere identificar los estados de esta última. Por lo tanto, en la Figura 40 se muestra los diferentes estados por los que pasa la Jefa de Ceye al participar en la programación de las cirugías de traumatología. En los dos diagramas sucede que los roles pueden tomar dos diferentes estados dependiendo de lo que sucede en algunas ocasiones.

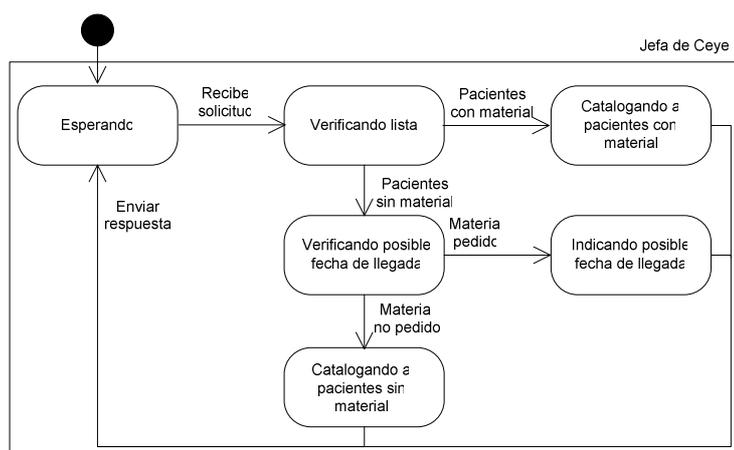


Figura 40. Diagrama de transición de estados para Jefa de Ceye al decidir la fecha definitiva de cirugía.

Otro de los elementos que requiere ser considerado para la construcción del mecanismo coordinador de procesos, es la información que necesita cada rol en cada estado. Para lo cual se puede partir del hecho de que en la fase 3 ya fue identificada la información para llevar a cabo las actividades y del conocimiento de que al estar en cada estado el rol realiza una o más de esas actividades.

Así mismo debe identificarse cuál de esa información ya existe y cuál se produce en el proceso mismo de decisión grupal y se va requiriendo en estados posteriores.

Para ejemplificar, basado en el caso de estudio se toman los siguientes cuatro casos de los estados del Jefe de Cirugía:

- En el estado *Verificando resultados de análisis pre-anestésicos* se requiere la pre-programación de cirugías y el expediente del paciente, los cuales son dos elementos de información ya existentes, por lo cual solo se requiere consultarlos.
- Para el estado *Solicitando disponibilidad de material a J. de Ceye* se necesita la lista de pacientes con resultados positivos en los exámenes pre-anestésicos, producida en el estado *Eliminando pacientes con resultados negativos en pre-anestésicos*.
- En el estado *Asignando prioridades a pacientes* se requieren los criterios pre-establecidos, de los cuales algunos de ellos son: horarios de médicos, si se trata de un paciente hospitalizado, paciente anciano, duración de la cirugía, tiempo esperando por cirugía, etc. Estos criterios ya existen por lo que sólo se requiere consultarlos.
- Para el estado *Verificando utilidades de las alternativas* se necesitan las alternativas generadas en el estado *Generando alternativas*.

Tabla XV. Relación Modelo – Agente del problema de decisión de la fecha definitiva de cirugía.

<i>Modelo</i>	<i>Agentes que introducen información para el modelo</i>	<i>Agentes que manipulan el modelo</i>
Modelo de Optimización	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria • Jefe de Cirugía 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Cirugía
Modelo de Análisis de Decisiones Multi-Atributo	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria • Jefe de Cirugía 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Cirugía
Modelo de pronóstico para estimar el tiempo quirúrgico	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria • Jefe de Cirugía 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Cirugía • Secretaria
Modelo de pronóstico para estimar las llegadas de urgencias	<ul style="list-style-type: none"> • Secretaria • Jefe de Cirugía 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Cirugía • Secretaria
Modelo de pronóstico para estimar la necesidad de material de osteosíntesis	<ul style="list-style-type: none"> • Jefa de Ceye 	<ul style="list-style-type: none"> • Jefa de Ceye

Por último, para llevar a cabo de forma completa la estructuración de elementos de coordinación y colaboración, sólo resta determinar, qué modelos de decisión –de los ya identificados y estructurados en las fases 5 y 6- serán usados por cuál o cuáles miembros del grupo tomador de decisiones (agentes). Esto con el fin de coordinar la manipulación de estos modelos.

De esta forma, los modelos de decisión a utilizar para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología son asociados con los agentes, tal y como lo muestra la Tabla XV.

En este punto, ya se ha estructurado el problema y el proceso de decisión. La estructura del problema de decisión se tiene al identificar la información, actividades, criterios de decisión, objetivos, restricciones, etc.; y la estructura del proceso de decisión se logra al tener la coordinación efectiva en tiempo y recursos. Por lo tanto, en cuanto al seguimiento de la metodología propuesta, sólo falta determinar los requerimientos genéricos del GDSS destinado a brindar soporte adecuado a la decisión o decisiones.

III.12 Fase 8: Desarrollo del soporte adecuado

Una vez que ha sido identificado el contexto del problema con sus generalidades y particularidades referentes a los componentes de decisión y a la interacción propia del grupo, en esta fase de la metodología se determina el soporte adecuado al problema estudiado, teniendo en cuenta que puede haber diferentes niveles de soporte, que son definidos de acuerdo a las necesidades encontradas. Es precisamente éste el objetivo de esta fase.

Para la realización de esta fase se debe tener un buen entendimiento del contexto del problema. Por lo tanto, las entradas que se requieren para llevar a cabo esta fase son: el modelado del problema de decisión en donde se detalla la forma en que es llevada a cabo la decisión tomando en cuenta las partes rediseñadas, los componentes identificados del problema, el o los modelos analíticos, así como detalles de la coordinación y colaboración entre los involucrados en la decisión.

En cuanto a la salida que se podría obtener en esta fase, se trata de información referente al soporte que requiere la toma de decisiones estudiada y ésta puede ser desde guías escritas para los involucrados, indicándoles la estructura de las actividades que deben llevar a cabo para la toma de decisión grupal, hasta elementos para el análisis y diseño de alto nivel para el desarrollo de un GDSS, destinado a dar soporte al problema estudiado.

De esta forma, de acuerdo a los niveles de soporte que podrían resultar para el problema de decisión estudiado comenzamos por determinar que a grandes rasgos hemos determinado que en esta metodología existen dos posibles soportes:

1. Soporte incremental al proceso
2. Soporte basado en GDSS y un posible flujo de trabajo

Para determinar el tipo de soporte requerido, es necesario comenzar con las actividades de la fase. Por lo tanto, en esta fase la primer actividad que se propone realizar es identificar el nivel del soporte adecuado con base en la madurez del proceso de decisión estudiado. Esto es, debido a que parte del objetivo de la metodología es estructurar y coordinar adecuadamente el proceso de toma de decisiones grupal, hasta este punto ya se debió de haber establecido una estructura para el proceso, pero si el proceso estudiado tenía muy poca o nula estructura, el soporte adecuado sería simplemente lograr que se tome la decisión basándose en la estructura establecida y requiriendo como soporte documentar los procesos de la organización (los cuales ya se tienen documentados por medio del modelado de procesos de decisión construidos), sin ni siquiera recurrir al uso de TI.

Otro ejemplo acerca del nivel de soporte de acuerdo a la madurez del proceso de decisión, podría ser que a lo largo de la metodología se haya estudiado un problema de decisión el cual requiere que se asegure la coordinación necesaria entre los involucrados en la decisión, pudiendo dar soporte a esta coordinación desde designar a un encargado que coordine el proceso hasta utilizar TI para coordinar dichas actividades relacionadas con el proceso.

Además la TI que se decida utilizar para el soporte también varía en su alcance. Por ejemplo, puede suceder que se determina que para dar soporte a la toma de decisión grupal estudiada se requiera información amplia y oportuna para llevar a cabo una decisión más informada, en cuyo caso dadas las condiciones de la organización se determina hacer uso o construir una base de datos, la cual proporcionará toda o parte de la información requerida por los involucrados en la decisión grupal.

De acuerdo al caso de estudio de la programación de cirugías de traumatología, en particular este proceso presenta varias deficiencias y poca estructura en su ejecución, pero a lo largo de los meses pasados ha habido interés por parte de los directivos del hospital en estructurar los procesos. Por lo tanto, es posible pensar en un nivel de soporte que implique el uso de TI, como construcción de bases de datos, uso de comunicaciones basadas en redes tecnológicas, construcción de GDSS, etc.

Se recomienda que al mismo tiempo que se identifica el nivel del soporte adecuado, también se defina a qué partes de la decisión se requiere dar soporte, ya sea por medio de TI o el soporte que se determinó como adecuado. Por ejemplo, al analizar un proceso grupal de decisión en particular se determina que no están bien definidas las interacciones por lo tanto, se requiere que el soporte sea precisamente a la comunicación, definiendo una buena estructura de las interacciones que llevarán a una toma de decisiones más efectiva y eficiente.

También podría suceder que el problema de toma de decisiones estudiado, presenta varias incertidumbres que no son manejadas adecuadamente y con base en las fases anteriores ya

se identificó que existe la información para estimar esos eventos inciertos, por lo tanto esas incertidumbres son fuertes candidatas a soporte.

Así, para el caso de estudio se identifica que se requiere soporte para el manejo de cierta información utilizada para la decisión, también es importante brindar soporte al: manejar un modelo adecuado de decisión, analizar las diferentes alternativas en función de los objetivos que se persiguen, estimar la ocurrencia de incertidumbres, coordinar la interacción del grupo tomador de decisiones y el acceso a recursos tales como información y modelos de decisión.

La siguiente actividad de esta fase no es aplicable para todos los niveles de soporte, sino sólo para aquellos en donde se determinó como adecuado el uso de TI. Esta actividad se refiere a identificar la TI adecuada al contexto del problema, basándose en la parte de la decisión a la que se le dará soporte.

De tal forma que si se requiere dar soporte al análisis de las alternativas, una vez que éstas se tienen, al igual que la información que permitiría evaluarlas, puede ser posible utilizar una hoja de cálculo para construir el modelo analítico de decisión. Si por otro lado, se requiere de tecnologías adecuadas para la coordinación del grupo, es posible utilizar teléfono, e-mail, correo de voz, herramientas de conferencia, entre otras. Si lo que requiere es que se generen alternativas, pueden ser útiles las herramientas para la generación de ideas. Igualmente, si se requiere estimar incertidumbres pueden ser usadas herramientas de simulación, herramientas de análisis de datos, etc.

La actividad anterior todavía se considera dentro del soporte que hemos llamado “Soporte incremental al proceso”, pues debido a que el proceso de decisión no tiene una madurez suficiente el soporte adecuado se considera incremental. Entonces, consideramos a la siguiente actividad de esta fase, como una actividad del siguiente nivel de soporte (Soporte basado en GDSS y un posible flujo de trabajo), ya que si se considera que una base de datos aislada, un modelo implementado en una hoja de cálculo, uso del correo electrónico, etc., no son suficientes; se requiere un soporte más integral basado en GDSS.

Para identificar cuál de los tipos de GDSS es el más adecuado al contexto del problema, se requiere, conocer la principal o principales partes de la decisión que requieren soporte, lo cual ya fue identificado en una actividad anterior. Así, por ejemplo, si se requiere un soporte especial al manejo de información, se requiere un GDSS orientado a datos, o si se requiere analizar de forma profunda alternativas, se requiere un GDSS orientado a modelos. Si por otro lado, se requiere dar soporte a la decisión con bases expertas, se podría considerar construir un GDSS orientado al conocimiento. Por otro lado, el GDSS está orientado a las comunicaciones y se requiere hacer un análisis y énfasis especial en la comunicación y coordinación necesaria.

En cuanto a esto también podría requerirse que parte del soporte a la decisión sea dado por medio de una herramienta de flujo de trabajo, que permita que los diferentes roles que

intervienen en la decisión grupal, lleven a cabo sus actividades directamente relacionadas con la decisión pero además actividades de soporte a la decisión, como administrar información que servirá para tomar decisiones, etc.

Además, se requiere que una vez determinada la orientación del GDSS, se determine, con base en las habilidades, experiencia e inquietudes de los tomadores de decisión, qué aspectos no serán automatizados, sino que se dejarán que los roles los sigan realizado de la forma habitual.

Para el caso de estudio, puede decirse que se está buscando, además de brindar soporte a los elementos anteriormente mencionados (manejo de información, manejo de modelos, análisis de alternativas en función de objetivos, incertidumbres y coordinación), soporte a una pequeña parte del flujo de trabajo, que incluye la pre-programación de cirugías por parte de la Secretaria de la Jefatura de Cirugías, la programación final por parte del Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye, el manejo de material de osteosíntesis y las predicciones de disponibilidad de este material por parte de la Jefa de Ceye. De donde la TI adecuada sería el desarrollo de una herramienta de Workflow con elementos de comunicación y análisis de decisiones, es decir un GDSS inmerso en el Workflow.

Tomando en cuenta que toda la información referente al problema de decisión estudiado de programaciones de cirugía de traumatología, ya fue obtenido es posible, con base en esta información determinar el análisis y diseño de alto nivel para este GDSS y Workflow. En primer lugar nos basamos las partes del problema que requieren soporte:

- Manejo de información
- Manejo de modelos
- Estimación de incertidumbres
- Coordinación
- Workflow

Por lo que podríamos hablar de un GDSS orientado a los datos, modelos, conocimiento, coordinación, integrado a una herramienta de Workflow.

Así, se construye la estructura de la base de datos, de acuerdo a los elementos de información manipulados en el proceso de decisión. También se transforman los elementos de información manipulados y producidos en la toma de decisión en elementos almacenados y manejados en el GDSS. Requiriéndose necesidad de manejar información acerca de médicos, horarios, pacientes, material, pedidos de materia, cirugías, criterios de decisión, programación de cirugías.

Además con base en los elementos identificados de coordinación se crean mecanismos o roles computacionales –también llamados agentes de software-,

necesarios para llevar a cabo una adecuada coordinación entre los participantes en la decisión y que a su vez funjan como facilitadores en el acceso y modificación de la información necesaria para tomar la decisión y en los modelos de decisión.

En cuanto al manejo de modelos, los modelos ya estudiados como requeridos son: modelo para generación de alternativas con base en los objetivos de decisión, modelo para análisis de alternativas por medio de utilidades para cada uno de los objetivos. Entonces con los modelos estructurados en las fases anteriores, es fácil transformarlos en elementos de software.

Para la estimación de incertidumbres, se requieren modelos estadísticos para estimar una duración más precisa de cirugías, la posible llegada y duración de urgencias y la necesidad de cierto material.

En cuanto a la coordinación, el GDSS debe dar soporte para que se siga el proceso de decisión, además también se requiere soporte para llevar a cabo la interacción necesaria entre los roles y el acceso a recursos tales como información y modelos.

Finalmente, el soporte también debe tomar en cuenta la experiencia de los roles dentro del proceso y cuidar que esa experiencia no sea reemplazada erróneamente con elementos automatizados, así como analizar la flexibilidad que debe contener el GDSS con base en dicha experiencia. Por lo tanto, en cuanto a la programación de cirugías, el soporte debe tomar en cuenta que se puedan modificar los pesos de los criterios de decisión, que sea posible una modificación manual de las alternativas de programación de cirugías y finalmente que la Jefa de Ceye pueda determinar con base en su experiencia la posible fecha de llegada de material, basándose en la fecha en que se realizó el pedido del mismo.

Hasta este punto puede decirse que la metodología ha sido aplicada completamente y se tienen los requerimientos de alto nivel para el soporte adecuado al problema de decisión estudiado.

III.13 Resumen

Este capítulo estuvo centrado completamente en la explicación de la aplicación y uso de la metodología. Para empezar se expuso la justificación para la construcción de una metodología de este tipo y también se explica bajo qué contextos puede ser usada. En general se tiene que la metodología permite estructurar y coordinar adecuadamente un problema de decisión grupal, es decir está enfocado a los problemas en donde existen los grupos tomadores de decisión y no se tienen bien identificados los componentes del problema de decisión y la coordinación que permite tomar la decisión.

Enseguida se presentó la forma en que la metodología se encuentra estructurada para su uso, es decir el formato de presentación. Y dado que para el enriquecimiento y validación de la metodología se utilizó un caso de estudio, la mayor parte de este capítulo se enfocó a explicar la metodología y su aplicación al caso de estudio seleccionado, de esta forma se tuvieron ejemplos que permiten dejar más claras las actividades y fases que componen a dicho metodología.

Capítulo IV. Sistema de Soporte a Decisiones Grupal Resultante de la Aplicación de la Metodología al Caso de Estudio

IV.1 Introducción

En el Capítulo II se discutió sobre la necesidad de contar con mecanismos adecuados para analizar un problema de decisión y contar con un GDSS adecuado al contexto del problema. Para lo cual en el Capítulo III, ya se presentó la metodología creada para lograr extraer los elementos técnicos, sociales y organizacionales importantes de la decisión y con base en eso determinar el soporte más adecuado.

Por lo tanto, partiendo de lo obtenido en la fase de la metodología “Desarrollo del soporte adecuado”, en la cual se tienen elementos de análisis y diseño de alto nivel para la construcción de un GDSS, en este capítulo se exploran estos requerimientos y se presenta un nivel más detallado de análisis y diseño para la construcción de un prototipo de GDSS.

Objetivo del prototipo es proporcionar un soporte que represente los elementos sociales, técnicos y organizacionales de la decisión, producto de aplicar la metodología al problema de Programación de Cirugías de Traumatología.

En general, en este capítulo se presentan los requerimientos para el prototipo tanto los determinados por la literatura como básicos de un GDSS, como los extraídos de la metodología apoyada con el caso de estudio. A partir de esto se define la arquitectura para el GDSS y enseguida se muestran los elementos más sobresalientes del diseño. Cabe destacar que el diseño se muestra de forma completa en el Apéndice D. Por último, también se describen algunos detalles de la implementación realizada y de la funcionalidad básica del prototipo.

IV.2 Requerimientos del GDSS

La obtención de requerimientos para el prototipo de GDSS, se realizó con base en la revisión de literatura relacionada y en la aplicación de la metodología al problema de decisión de la Programación de Cirugías de Traumatología.

IV.2.1 Requerimientos básicos de los GDSS

Los requerimientos básicos para los GDSS obtenidos de la literatura son variados, aunque cabe mencionar que no todos se deben tomar en cuenta cuando se quiere desarrollar un GDSS, sino que de acuerdo al contexto del problema algunos podrían considerarse importantes y otros no. Por completez, el conjunto total de estos requerimientos se presentan a continuación:

- a) Contar con mecanismos que permitan organizar, almacenar y recuperar la información relevante para el contexto particular de decisión.
- b) Tener un mecanismo administrador de modelos de decisión base que permita un fácil acceso a los diferentes modelos necesarios para el contexto del problema, así como facilitar la entrada de parámetros.
- c) Contar con mecanismos que permitan ejecutar los modelos para la toma de decisiones.
- d) Los modelos deben ser complementados con los datos proporcionados por el usuario.
- e) Para realizar el razonamiento que en muchos casos es necesario al llevar a cabo la toma de decisión, se debe tener una base de conocimiento, que permita almacenar y recuperar conocimiento específico del problema de decisión, esto es, conocimiento que es aplicable o relevante sólo dentro de una parte limitada del problema a resolver.
- f) Contar con el mecanismo que permita administrar el acceso a las diferentes bases de conocimiento que se tengan.
- g) Mecanismos que brinden las capacidades para comunicar y coordinar a los diferentes miembros de grupo tomador de decisión, así como compartir datos entre ellos.

En particular para el prototipo de GDSS que desarrollamos todos los anteriores forman parte del conjunto de requerimientos, a excepción del requerimiento marcado con el inciso *e*), el cual en nuestro caso no se construyó la base de conocimiento de forma electrónica, sino se realizó el análisis de los datos de forma manual y sólo se almacenó en una base de datos la información de las inferencias obtenidas de los datos analizados. Cabe destacar que esta información es utilizada para estimar algunas incertidumbres que se tienen en el problema, como lo son: duración más aproximada de cirugías, necesidad de material de osteosíntesis, posible llegada de urgencias y su duración.

Una vez que se conocen los requerimientos básicos que la herramienta a desarrollar debe tener, a continuación se muestran los requerimientos obtenidos de la aplicación de la metodología.

IV.2.2 Requerimientos obtenidos de la metodología en el contexto del caso de estudio

Los requerimientos de alto nivel que fueron determinados por medio de la metodología se muestran a continuación:

Pre-programación y programación final

- a) La pre-programación de cirugías puede realizarse cualquier día a cualquier hora.
- b) La programación definitiva de cirugías debe realizarse cada 2 días hábiles, es decir la programación efectuada los Lunes debe corresponder a las cirugías que serán realizadas el Martes y el Miércoles, la programación efectuada los Miércoles debe corresponder a las cirugías que serán realizadas el Jueves y el Viernes, la programación efectuada los Viernes debe corresponder a las cirugías que serán realizadas el fin de semana y el Lunes. Lo anterior debe repetirse.
- c) Para pre-programar cirugía, se debe tomar en cuenta los horarios de médicos, la duración de la cirugía y la posible llegada de urgencias.

- d) La programación final se debe realizar a partir de la pre-programación.

Coordinación

- e) Construir una herramienta de flujo de trabajo (Workflow, su término en inglés) con elementos de coordinación y análisis de decisiones, es decir que el GDSS forme parte del Workflow.
- f) Se debe brindar soporte a la parte del Workflow, que incluye la pre-programación de cirugías por parte de la Secretaria de la Jefatura de Cirugías, la programación final por parte del Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye, el manejo de material de osteosíntesis y las predicciones de disponibilidad de este material por parte de la Jefa de Ceye.
- g) Contar con un mecanismo que asegure que los roles en el proceso grupal de decisión (Jefe de Cirugía y Jefa de Ceye) sigan el proceso preestablecido.
- h) Coordinar la interacción del grupo tomador de decisiones y el acceso a recursos tales como información y modelos de decisión.

Modelos

- i) El GDSS debe contar con: un modelo para generar las diferentes alternativas, modelos para estimación de incertidumbres y un modelo para analizar las alternativas de solución.
- j) El GDSS debe contar con un mecanismo que proporcione oportunamente los modelos y cada uno de estos debe ser accesible a los usuarios de acuerdo a su rol dentro del sistema.
- k) El modelo para generar las alternativas se debe basar en el cumplimiento de los objetivos de la decisión y tomando en cuenta información introducida por el usuario – datos de pacientes, médico tratante, cirugía- y restricciones -horarios de médicos, duración de cirugías, horarios de uso de quirófanos y posible llegada de urgencias-.
- l) Por medio del modelo para analizar las alternativas de solución, el GDSS debe ayudar al Jefe de Cirugía, mostrándole utilidades globales de cada alternativa, así como utilidades de cada alternativa para cada uno de los objetivos.
- m) Para programar cirugías el Jefe de Cirugía puede indicar si desea programar cirugías con base en criterios pre-establecidos o programar cirugías ajustando los criterios con base en su juicio de la situación.
- n) Una vez generadas las alternativas de programación de cirugías el Jefe de Cirugía podrá modificar manualmente el orden de las cirugías presentadas en las alternativas, buscando mejorar los beneficios de la programación.

Base de Conocimiento

- o) Los modelos para el manejo de incertidumbres deben permitir estimar:
- Una duración más precisa de cirugías.
 - La posible llegada y duración de urgencias.
 - La predicción de uso de material.

Base de Datos

- p) Se requiere soporte para el manejo de información utilizada para la decisión, tal como: médicos, horarios, pacientes, material, pedidos de material, cirugías, criterios de decisión, programación de cirugías e información para el manejo de incertidumbres.

Como se puede observar algunos de estos requerimientos son muy similares o iguales a algunos de los requerimientos básicos de los GDSS, pero algunos otros surgen del contexto particular del problema estudiado por medio de la metodología. En la Tabla XVI, se describen cuáles de los requerimientos obtenidos de la metodología están relacionados con los requerimientos definidos como básicos de los GDSS.

Tabla XVI. Relación entre requerimientos básicos de los GDSS y requerimientos de la metodología.

<i>Requerimiento básico de los GDSS</i>	<i>Requerimiento de la metodología</i>
a)	p)
b)	j)
c)	h)
d)	k) m)
e)	o)
g)	e) f) g) h)

Los requerimientos mostrados permiten iniciar con la conceptualización del GDSS a desarrollar. El concepto global del GDSS se muestra por medio de su arquitectura, la cual se describe a continuación.

IV.3 Arquitectura

La arquitectura de un sistema es una vista de los elementos generales del sistema y cómo éstos interactúan. Esta arquitectura se construyó a partir del conjunto de requerimientos obtenidos para el GDSS, considerando que la arquitectura debe considerar a los roles involucrados en el proceso de decisión, coordinación entre ellos para intercambio de información, acceso a datos y modelos, así como brindar soporte al proceso de decisión por medio de acceso remoto a través de Internet o WAN. La arquitectura correspondiente al GDSS se muestra en la Figura 41.

Enseguida se describe cada uno de sus componentes:

El **Gestor de Datos** se encarga de proporcionar y almacenar la información indicada por el Coordinador de Decisión. Se trata de información necesaria para la toma de decisiones de la programación de cirugías ó generada por ésta.

El **Contenedor de Modelos** recibe los datos necesarios para ejecutar el modelo adecuado de decisión, ejecuta el modelo que el coordinador de decisión le indica y hace disponible la información que genera el modelo. Aquí se encuentran los modelos para generar alternativas de solución, evaluarlas y estimar las incertidumbres de la duración de cirugías, la llegada de urgencias y las predicciones de uso de material.

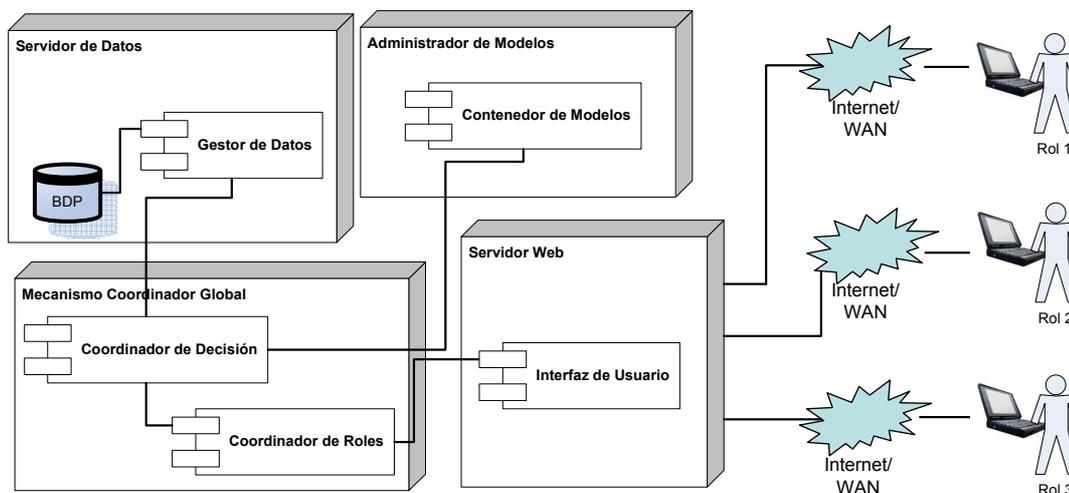


Figura 41. Arquitectura del GDSS.

El **Coordinador de Roles** se encarga de estar censando las acciones de los usuarios del sistema, sus interacciones y sus estados, a través del proceso de tomar una decisión para programar las cirugías. Con base en los estados que tiene registrados proporciona las interfaces a cada rol.

El **Coordinador de Decisión** con base en los estados que le comunica el Coordinador de Roles, gestiona la información necesaria relacionada estrechamente con la decisión, obtiene la información de la base de datos requerida por el modelo para lo cual se comunica con el Gestor de Datos, obtiene la información para el modelo por parte del usuario, indica que se ejecute el modelo adecuado para lo cual se comunica con el Contenedor de Modelos enviándole la información obtenida del Gestor de Datos y del usuario, recibe los resultados de la ejecución del modelo y los hace disponibles al Coordinador de Roles.

El **Servidor Web** recibe peticiones por parte de los usuarios, las transfiere al Coordinador de Roles, recibe respuestas del Coordinador de Roles y las procesa para enviarlas a los usuarios.

Una vez que se tiene la visión global del GDSS proporcionada por medio de la arquitectura enseguida se muestra el diseño del GDSS, pero buscando que el diseño sea más comprensible, enseguida se detalla un escenario extraído, precisamente del problema de decisión analizado y estructurado con base en la metodología. Además este escenario también servirá para explicar la funcionalidad básica del GDSS y las pruebas que se presentan en el siguiente capítulo.

IV.4 Escenario

1. A la Jefatura de Cirugía llega un paciente a solicitar se le programe su operación quirúrgica, entonces la Secretaria de la Jefatura ingresa al sistema con su nombre y clave de acceso.

2. En ese momento, se validan los datos de la Secretaria y aparece la pantalla con las diferentes opciones que ella puede realizar dentro del sistema. En este caso la Secretaria elige la opción de *Pre-programar cirugía* y en primer lugar solicita horas disponibles para realizar una cirugía, indicando la afiliación y agregado del paciente, así como el nombre del paciente, el médico que solicita la cirugía y si ésta debe ser realizada por el médico solicitante o por cualquier otro médico y el nombre de la cirugía. El tiempo estimado de duración para dicha cirugía es proporcionado por el GDSS, el cual es calculado analizando la duración registrada de varias cirugías de ese tipo.
3. Entonces el sistema indica qué horarios están disponibles, la Secretaria asigna un horario disponible para el paciente y la información queda almacenada en la base de datos.
4. Lo anterior es realizado continuamente para cada paciente que requiere se le practique una cirugía, por lo que todas las pre-programaciones quedan almacenadas.
5. Con base en las pre-programaciones realizadas, los lunes y miércoles se realiza la programación de cirugías que serán llevadas a cabo para los dos días siguientes y los viernes se realiza la programación de cirugías para los días sábado, domingo y lunes. Para realizar las programaciones el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye ingresan al sistema proporcionando nombre y clave de acceso, cada uno desde su respectiva locación de trabajo.
6. El sistema valida sus datos y les presenta la pantalla correspondiente a cada uno, con las diferentes opciones que tienen dentro del sistema.
8. Los dos seleccionan la opción de *Programar cirugía*. Al Jefe de Cirugía le aparece la lista de los pacientes que fueron pre-programados para los días ordenados de acuerdo a al día de la operación y hora. A la Jefa de Ceye le aparece una pantalla que le dice “Por favor espera un momento a que el Jefe de Cirugía le solicite información”.
9. Entonces el Jefe de Cirugía de acuerdo a información que él tiene, indica cuáles pacientes no tienen en orden los exámenes pre-anestésicos.
10. El sistema elimina de la programación de cirugías a esos pacientes y le proporciona al Jefe de Cirugía una lista de pacientes que se encuentran en lista de espera y que si tienen en orden los exámenes pre-anestésicos.
11. En ese momento el Jefe de Cirugía envía a la Jefa de Ceye por medio del sistema, el conjunto de pacientes que si tienen en orden los exámenes pre-anestésicos y le solicita le informe qué pacientes tienen el material de osteosíntesis necesario para la cirugía.
12. El sistema despliega esta información a la Jefa de Ceye y ella verifica por medio del sistema para cuáles de los pacientes ya está listo su material o para cuándo podría llegar con base en el día que se realizó el pedido.
13. La Jefa de Ceye puede conocer para cuándo podría llegar el material, debido a que ella puede por medio del sistema conocer qué material podría requerirse en el futuro, basándose en estadísticas de patrones de ocurrencia que le indican qué cirugía podría ocurrir y por lo tanto qué material se requiere para esas cirugías y no se tiene en existencia. Así, con base en esto la Jefa de Ceye puede realizar pedidos de material y por medio de su experiencia determinar cuándo llega el material para cierto paciente.
14. Cuando la Jefa de Ceye tiene toda la información referente al material de los pacientes se la hace saber al Jefe de Cirugía por medio del sistema.

15. Esta información la revisa el Jefe de Cirugía y en ese momento puede programar cirugías con los pesos pre-establecidos para los criterios o los puede modificar. El Jefe de Cirugía decide programar cirugía con los pesos ya pre-establecidos y entonces se generan alternativas de programación de cirugías tomando en cuenta sólo a los pacientes que si tienen material para su cirugía y que tienen en orden los exámenes pre-anestésicos.
16. El sistema toma la información de los pacientes y comienza a generar las alternativas de solución buscando siempre alcanzar en la medida de lo posible los objetivos que se buscan al programar y respetando las restricciones al momento de programar.
17. Por ejemplo, el sistema dará prioridad a pacientes que están en piso, a pacientes internados, ancianos, etc.
18. Las alternativas generadas son mostradas al Jefe de Cirugía, en total el sistema genera 4 alternativas, en la primer alternativa muestra una de las mejores soluciones de acuerdo a la utilidad global, en la segunda alternativa de acuerdo a la utilidad en cuanto al costo, en la tercera de acuerdo a la utilidad de la situación de salud y en la cuarta de acuerdo a la utilidad de la situación social. Así, el sistema muestra utilidades de cada alternativa referentes a los criterios de: situación social, situación de salud, costo y utilidad global. Las utilidades indican cuál alternativa es mejor de acuerdo a cada criterio.
19. En este momento el Jefe de Cirugía puede modificar alternativas, ajustar criterios ó elegir una alternativa.
20. Debido a que al Jefe de Cirugía le gustaría probar otros pesos para los criterios que cree más adecuados, elige ajustar los criterios y una vez modificados vuelve a generar alternativas de programación.
21. El Jefe de Cirugía observa las alternativas generadas y las utilidades, entonces él decide seleccionar ciertos pacientes para moverlos de horario y observa cómo las utilidades se modifican. Al hacer esto el Jefe de Cirugía busca siempre mejorar las utilidades y por lo tanto tener una mejor decisión
22. En todo momento el Jefe de Cirugía puede volver a la versión de la alternativa generada originalmente.
23. Debido a que las alternativas generadas son cuatro en total, el Jefe de Cirugía puede elegir que le aparezcan en pantalla sólo dos o tres. Entonces en ese momento el Jefe de Cirugía elige ver la alternativa que corresponde a unos de los mejores resultados de acuerdo a la utilidad global y la alternativa que se refiere a la situación social.
24. Por último, el Jefe de Cirugía elige una alternativa de programación de cirugías y el sistema la registra.

IV.5 Delimitación del problema

Antes de continuar con el diseño del prototipo de GDSS para el problema de decisión de la programación de cirugías estudiado, se requiere exponer que este problema fue acotado en algunos aspectos debido a la falta de información y prácticas en el caso estudiado. Enseguida se especifican los aspectos en que fue delimitado el problema:

- Manejo de sólo 3 tipos de cirugías y sus materiales. Esto debido a que para poder estimar la duración de las cirugías se requería la revisión de registros de la cirugías que ocurrían en tres meses, su duración y realizar un condensado estadístico, lo cual

consumiría mucho tiempo si se hiciera para todas la cirugías de traumatología que se realizan en el hospital. Lo mismo sucedía para la estimación de los materiales de dichas cirugías.

- Cada doctor utiliza material diferente para la misma cirugía. Al realizar cirugías cada doctor utiliza diferentes materiales, aunque ya ha habido intentos por estandarizar esta práctica aun no se ha podido. Nosotros para el sistema asumimos que cada tipo de cirugía utiliza cierto conjunto de material de osteosíntesis.
- Cirugías realizadas en sólo un quirófano. Aunque existen 4 quirófanos para realizar cirugías, las cirugías de traumatología sólo pueden llevarse a cabo en un sólo quirófano. Algunas veces sí se realizan cirugías de traumatología en quirófanos diferentes pero dado que el registro de estas excepciones no es una práctica realizada en el hospital, no es posible estimar cómo y cuándo ocurren estas excepciones.
- La revisión de datos históricos para poder obtener datos que permitieran las predicciones se realizó con base en el periodo de 3 meses. Lo más adecuado sería que se tratara de un período base más amplio, para tener estimaciones más confiables, pero la cantidad de información era poco estructurada, lo que hizo lento este proceso.
- La información para obtener las predicciones no se almacenó como una memoria organizacional, sino sólo se analizaron los datos de forma manual y los resultados de los análisis estadísticos se encuentran en una tabla que el sistema lee.
- Predicción de llegada de material. Cuando la clínica realiza un pedido de material, se tiene que pasar por una larga cadena de abastecimiento que atraviesa por pedidos a Tijuana, este a su vez pide a Mexicali, Mexicali a Guadalajara y de ahí al D.F., por lo que para el caso del GDSS no se registra cada uno de estos eslabones sino que la Jefa de Ceye basada en su experiencia determina un aproximado de lo que tarda en llegar cada material.

Una vez que se conocen el problema delimitado al que se le dará soporte, enseguida se detallan algunos elementos principales del diseño del sistema.

IV.6 Diseño del GDSS

Por medio del diseño los requerimientos se transforman en elementos de software. A continuación se muestran los elementos más importantes del análisis y diseño de la herramienta que dará soporte al problema de Programación de cirugías, es decir al problema analizado y estructurado con la metodología. Este análisis y diseño está formado principalmente por casos de uso, diagramas de secuencia y diagramas de clases.

IV.6.1 Casos de uso

Los casos de uso se utilizan durante la obtención de requerimientos y el análisis para representar la funcionalidad del sistema. Los casos de uso se enfocan en el comportamiento del sistema desde un punto de vista externo. Enseguida se presentan dos tipos de comportamientos que requerimos representar en cuanto al sistema. En primer lugar presentamos los principales servicios que el sistema ofrece a los usuarios del GDSS y luego presentamos el comportamiento del sistema desde el punto de vista del mecanismo

coordinador del proceso de decisión, siendo este mecanismo un elemento de software en lugar de un usuario.

En general, es importante resaltar que el caso de uso “Programar cirugía” proporciona soporte a la utilización de ciertos modelos como el de decisión, algunos de predicción y a la necesidad de coordinación en donde se requiere que los roles sigan un proceso predeterminado y se administre el flujo de informaciones entre estos roles, así como el acceso a recursos. Por otro lado, los casos de uso “Programar cirugía”, “Mantener inventario de material” y “Pronosticar uso de material”, brindan soporte a las necesidades de control de material que tiene la Jefa de Ceye. Asimismo, los casos de uso “Coordinar la interacción necesaria” y “Proporcionar soporte a la decisión” brindan soporte directamente al Workflow que se necesita, asegurando que los roles sigan cierto proceso de decisión y tenga acceso oportuno a información y herramientas como los modelos de decisión y pronósticos. En la Figura 42 se muestra el diagrama de casos de uso para el GDSS referente a los usuarios.

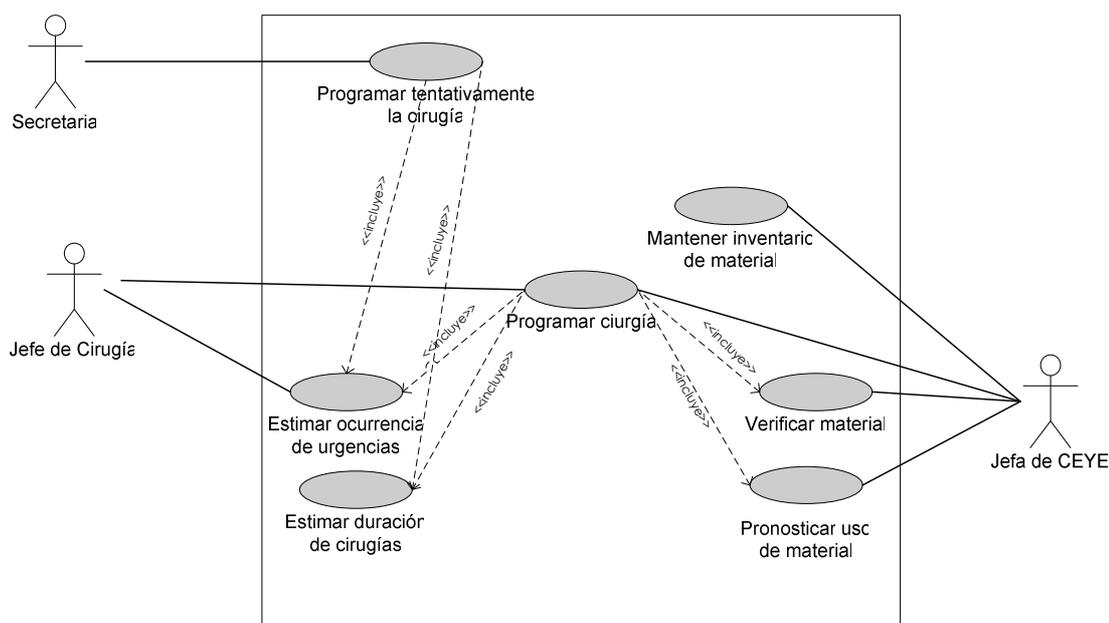


Figura 42. Diagrama de casos de uso para el GDSS referentes al usuario.

Cada uno de estos casos de uso se encuentra descrito detalladamente en el Apéndice D, a continuación se describen brevemente tres de los más importantes.

Caso de uso: Programar tentativamente la fecha de cirugía.

Actores: Secretaria de Jefatura de Cirugía

Propósito: Proporcionar una fecha posible de cirugía al paciente.

Descripción: Para llevar a cabo una programación tentativa de cirugía, el usuario introduce datos referentes al paciente y a la cirugía que se le practicará. Con base en la matrícula del

médico y en el tiempo quirúrgico de la operación, el GDSS proporciona información acerca de la fecha y horas disponibles para realizar dicha cirugía y el usuario tiene la opción de programar al paciente en la fecha deseada de acuerdo a las fechas disponibles. Una vez que el usuario selecciona esta fecha el GDSS almacena la programación del paciente en la fecha indicada. Este caso de uso corresponde a los pasos marcados del 1 al 4 del escenario.

Caso de uso: Programar cirugía

Actores: Jefe de Cirugía, Jefa de Ceye

Propósito: Programar las cirugías buscando obtener utilidades para los criterios acordes a los objetivos que se persiguen.

Prerrequisito: Haber pre-programado cirugía para ese día.

Descripción: En este caso de uso se realiza la programación final de cirugías, en primer lugar, el GDSS muestra los datos de los pacientes pre-programados para los dos ó tres días siguientes, según sea el caso. En este momento, el Jefe de Cirugía puede eliminar a los pacientes pre-programados que no reunieron los requisitos referentes a la valoración de riesgo anestésico. Si alguno o algunos de los pacientes son eliminados, el sistema le muestra al Jefe de Cirugía una lista de los pacientes que están en lista de espera y que tienen resultados positivos en la valoración de riesgo anestésico; de esta forma el Jefe de Cirugía selecciona éstos pacientes. Luego el Jefe de Cirugía solicita a la Jefa de Ceye verificar la disponibilidad de material para la cirugía de cada paciente. La Jefa de Ceye determina cuáles son los pacientes para los cuales tiene el material de osteosíntesis necesario para efectuar la cirugía, cuáles no lo tienen y para qué fecha podría llegar el material. Esta información se envía al Jefe de Cirugía. Cuando la información es recibida por el Jefe de Cirugía, el GDSS le proporciona alternativas de programación basándose en los criterios pre-establecidos o en criterios ajustados, el GDSS también le proporciona las utilidades correspondientes. El Jefe de Cirugía ajustar los pesos de los criterios cuando desee. Para elegir una de las alternativas de programación el Jefe de Cirugía puede hacer cambios manuales a las programaciones y observar los cambios en las utilidades hasta que finalmente tome la decisión acerca de la fecha y hora de cirugía de pacientes. Este caso de uso corresponde a los pasos marcados del 5 al 24 del escenario.

En la Figura 43 se muestra el diagrama de casos de uso para el GDSS referentes al mecanismo coordinador del proceso de decisión y se describe uno de ellos.

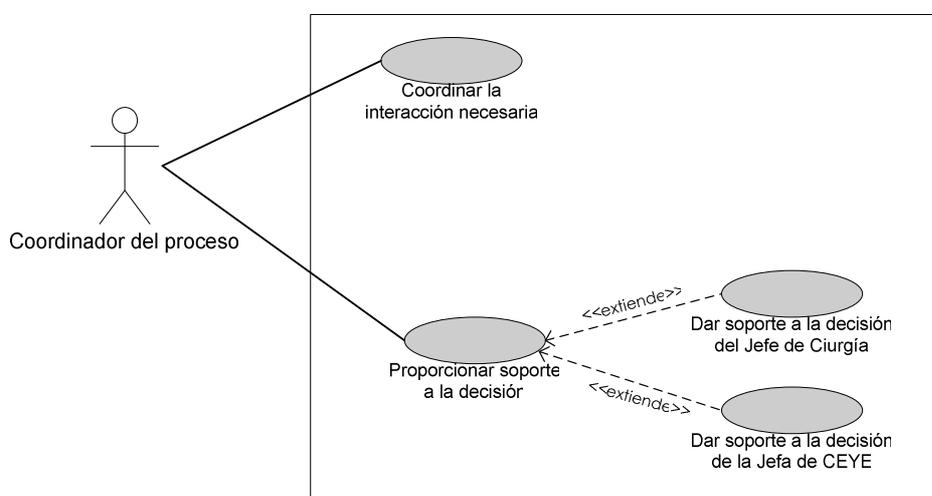


Figura 43. Diagrama de casos de uso para llevar a cabo la coordinación y el soporte a la decisión en el GDSS.

Caso de uso: Coordinar la interacción necesaria

Actores: Mecanismo coordinador del proceso

Propósito: Asegurar que los tomadores de decisiones sigan el proceso estructurado para llevar a cabo la tarea de programar las cirugías.

Descripción: Para coordinar la interacción en el proceso de toma de decisiones, se lleva un control de los estados de los usuarios al llevar a cabo la programación de las cirugías. Con base en el control de estos estados el mecanismo coordinador del proceso asegura que los usuarios del sistema sigan todas las etapas del proceso de decisión y además permite proporcionar y solicitar la información necesaria referente a la toma de decisiones en el momento oportuno, así como el acceso oportuno a los modelos de decisión. Este caso de uso se realiza desde el paso 5 hasta el 24 del escenario como soporte.

IV.6.2 Diagramas de Secuencia

Los diagramas de secuencia muestran las interacciones de los objetos relacionados en una secuencia de tiempo. Enseguida se muestran los diagramas de secuencia de las funciones principales del sistema. La versión detallada de los diagramas de secuencia se encuentra en el Apéndice D.

El diagrama de secuencia de la Figura 44 corresponde al caso de uso Programar tentativamente la fecha de cirugía. Como se puede observar la Secretaria elige la opción de Pre-programar cirugía, en ese momento el objeto que representa al rol de la Secretaria dentro del sistema se da cuenta por medio del evento generado por la secretaria que debe comunicar al coordinador de roles el estado actual de la Secretaria. El coordinador de roles se da cuenta de que se trata del estado “iniciando” y le muestra la interfaz gráfica correspondiente a dicho estado. En dicha intefaz la secretaria introduce datos para la pre-programación de un paciente, el objeto que representa a la secretaria dentro del sistema

comunica el nuevo estado al coordinador de roles y envía los datos al coordinador de la decisión. El coordinador de la decisión recibe estos datos y gestiona información acerca de los horarios médicos y los horarios disponibles de programación. Una vez que cuenta con dicha información la envía al objeto que representa a la secretaria dentro del sistema y presenta dicha información en la interfaz correspondiente: Entonces la Secretaria indica la fecha y hora de cirugía para el paciente, el objeto que representa al rol de la Secretaria sensa dicho evento y comunica el estado correspondiente al coordinador de roles, éste una vez más comunica al rol de Secretaria cuál es la interfaz de usuario siguiente. Cuando el rol de la Secretaria comunica el estado también envía los datos referentes a la fecha y hora de la cirugía al coordinador de la decisión, éste a su vez registra la programación de la cirugía y envía la respuesta al rol de la Secretaria. Dicho objeto le envía la respuesta a la Secretaria en la interfaz de usuario correspondiente.

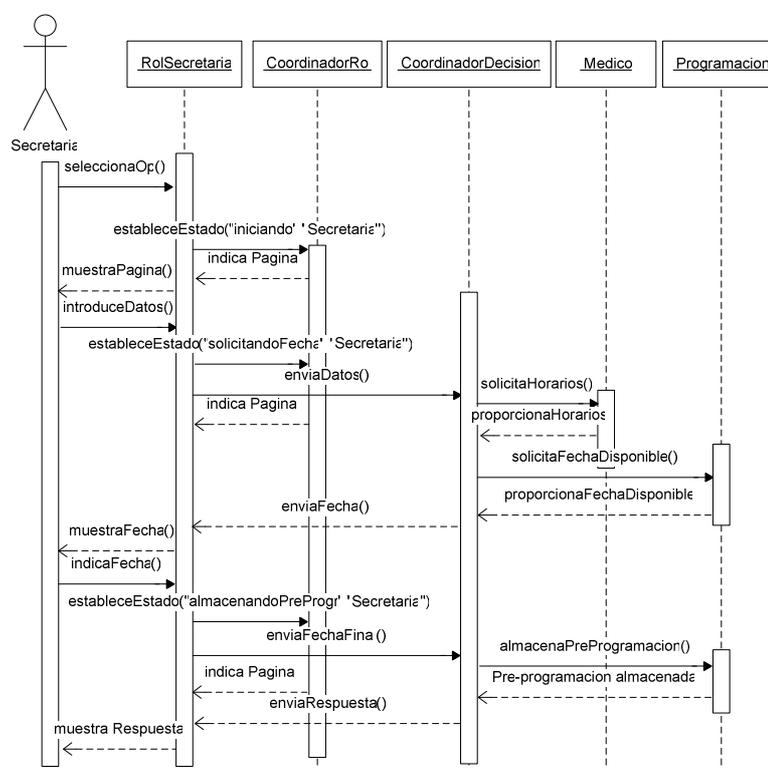


Figura 44. Diagrama de secuencia del caso de uso Programar tentativamente la fecha de cirugía.

El diagrama de secuencia de la Figura 45 corresponde a una parte del caso de uso Programar cirugía, la cual corresponde a la acción de generar alternativas de solución. Como se muestra el Jefe de Cirugía solicita al sistema le genere alternativas de programación de cirugías, el encargado de conocer esta solicitud es objeto que representa al rol del Jefe de Cirugía, el cual con base en la solicitud conoce en qué estado se encuentra el Jefe de Cirugía y también recibe los datos de los pacientes con base en los cuales se

generarán las alternativas de programación. El rol del Jefe de Cirugía le hace saber al coordinador de roles que el Jefe de Cirugía se encuentra en el estado “solicitando alternativas” y envía los datos del conjunto de pacientes al coordinador de decisión, éste los recibe y solicita los criterios programación almacenados y pide a la clase que contiene a los modelos genera las alternativas con base en los datos de los pacientes y el valor de los criterios. Ésta las proporciona al coordinador de decisión y éste a su vez envía la información el rol del Jefe de Cirugía, el cual muestra dichas alternativas en la interfaz de usuario correspondiente de acuerdo al estado del Jefe de Cirugía.

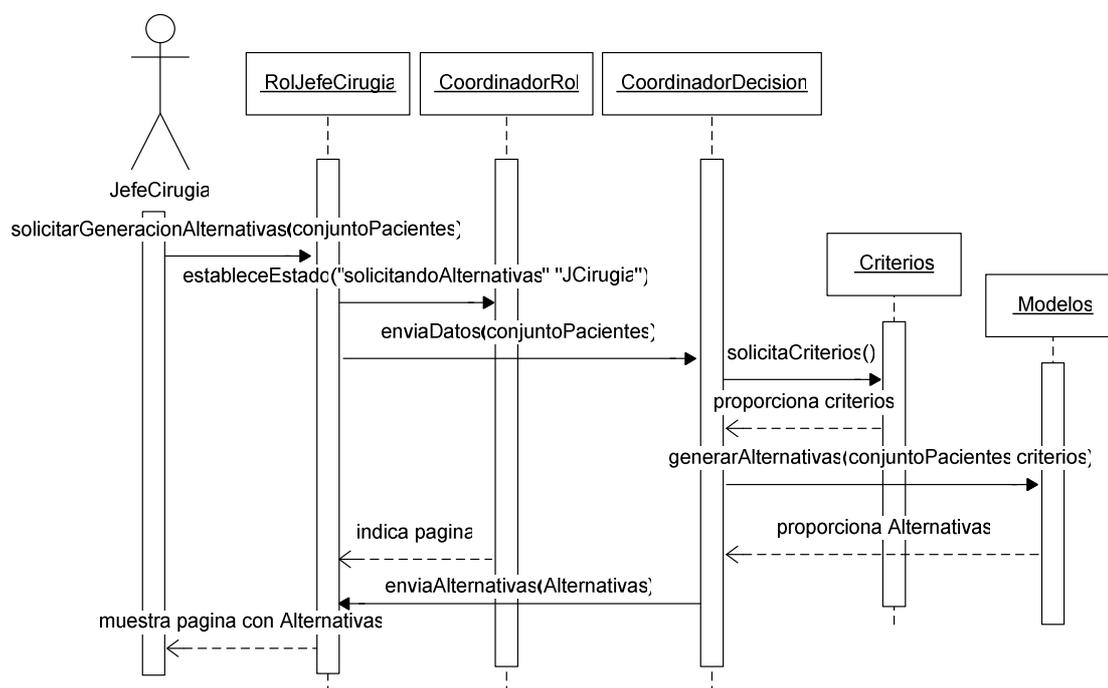


Figura 45. Diagrama de secuencia de parte del caso de uso Programar cirugía.

Otra parte del caso de uso Programar cirugía, es mostrada en la Figura 46, la cual corresponde a la parte en donde el Jefe de Cirugía solicita la Jefa de Ceye le proporcione la disponibilidad de material para la cirugía de ciertos pacientes. Como se puede observar cuando el Jefe de Cirugía solicita disponibilidad de material el objeto que representa al rol del Jefe de Cirugía dentro del sistema sensa esto, obtiene los datos del conjunto de pacientes y se da cuenta del estado del Jefe de Cirugía. Dicho estado lo comunica al coordinador de roles, el cual al rol del Jefe de Cirugía cuál es la interfaz de usuario siguiente para el Jefe de Cirugía. En este caso dicha interfaz indica al Jefe de Cirugía que espere a que la Jefa de Ceye consulte tales datos, por lo que el rol del Jefe de Cirugía le muestra dicha interfaz al Jefe de Cirugía. Por otro lado, el rol del Jefe de Cirugía envía el conjunto de pacientes al coordinador de decisión, el cual los envía al objeto que representa al rol de la Jefa de Ceye dentro del sistema para que éste los muestre a la Jefa de Ceye en la

interfaz de usuario correspondiente. Una vez que la Jefa de Ceye recibe estos datos y solicita verificar la existencia del material para la operación de esos pacientes, por lo que en ese momento rol de la Jefa de Ceye comunica dicho estado al coordinador de roles y le pide al coordinador de decisión que comience con la verificación de la existencia de material para los pacientes. En ese momento el coordinador de la decisión le pide al objeto material gestione la información correspondiente, el objeto material consulta la base de datos y proporciona la información al coordinador de decisión, en ese momento el coordinador de decisión comunica coordinador de rol que el estado de la Jefa de Ceye cambió por lo que el coordinador de roles indica la nueva interfaz de usuario al rol del Jefe de Cirugía y éste a su vez recibe la información de la disponibilidad de material de parte del coordinador de decisión. Entonces el rol del Jefe de Cirugía hace disponible esta información al Jefe de Cirugía.

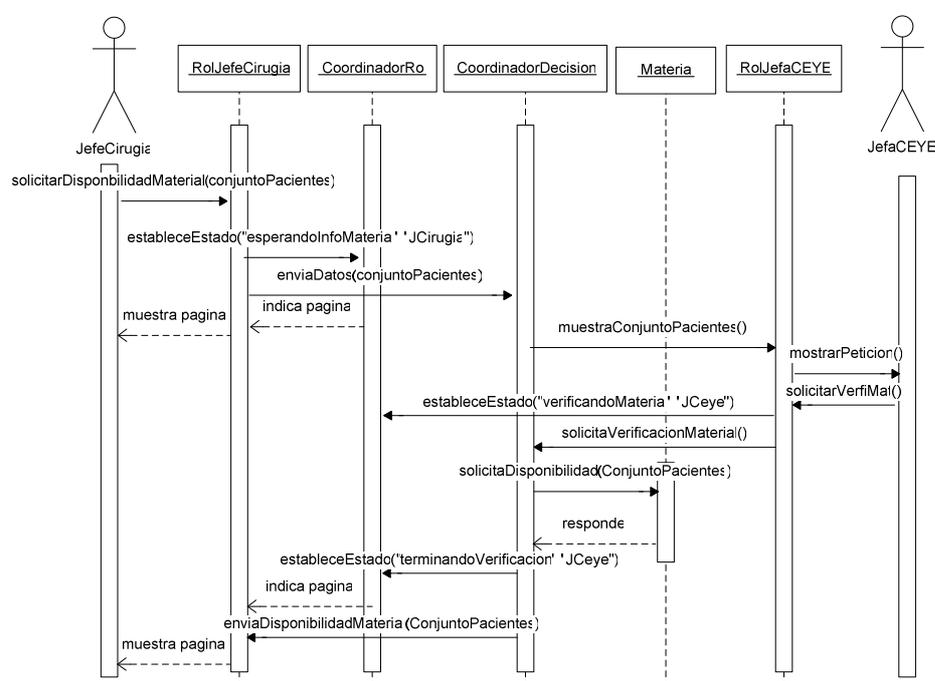


Figura 46. Diagrama de secuencia de parte del caso de uso Programar de cirugía, mostrando particularmente la interacción.

IV.6.3 Diagrama de Clases

Los diagramas de clases son importantes para construir sistemas ejecutables. Estos representan los elementos del sistema a implementar en forma de clases y relaciones entre ellas. A continuación en la Figura 47 se muestra el diagrama de clases del GDSS.

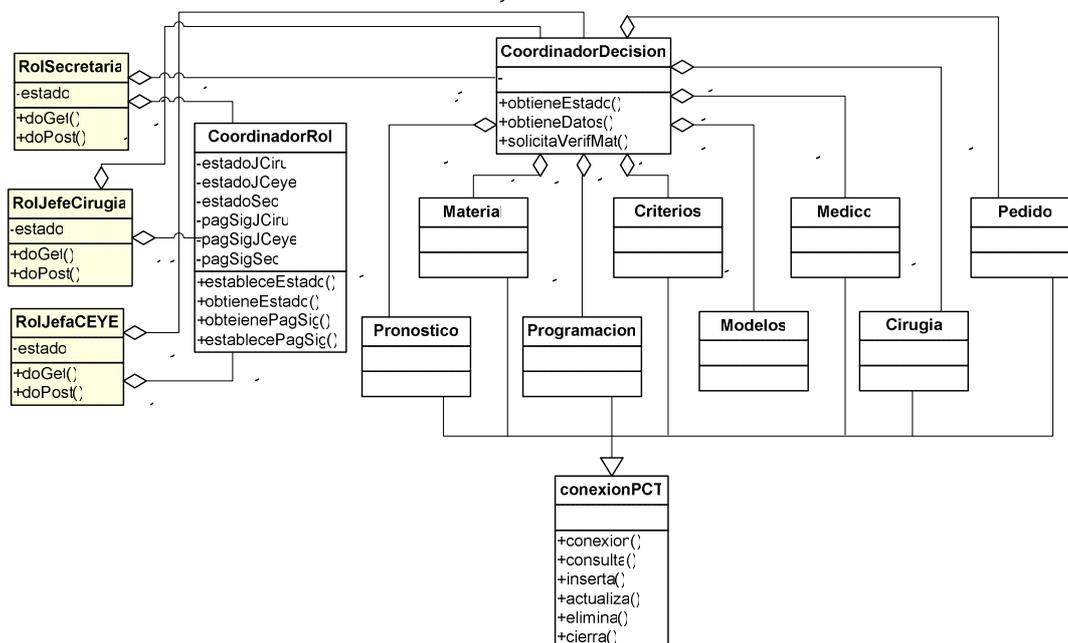


Figura 47. Diagrama de clases del GDSS.

- *RolSecretaria*. Representa a la Secretaria dentro del GDSS. Se encarga de enviar información al *CoordinadorRol* de los estados que va tomando la Secretaria al momento de realizar sus tareas y de mostrarle las interfaces gráficas que le indica el *CoordinadorRol*.
- *RolJefeCirugía*. Representa al Jefe de Cirugía dentro del GDSS. Es el encargado de enviar información al *CoordinadorRol* de los estados que va tomando el Jefe de Cirugía al momento de realizar sus tareas y de mostrarle las interfaces gráficas que le indica el *CoordinadorRol*.
- *RolJefaCeye*. Representa al Jefe de Cirugía dentro del GDSS. Debe enviar información al *CoordinadorRol* acerca de los estados que va tomando la Jefa de Ceye al momento de realizar sus tareas y de mostrarle las interfaces gráficas que le indica el *CoordinadorRol*.
- *CoordinadorRol*. Se encarga de mantener los estados de cada uno de los roles y de esta forma coordinar sus actividades al mostrar las interfaces de usuario de acuerdo al estado.
- *CoordinadorDecision*. Es la encargada de dar el soporte a toma de decisión conjunta, permitiendo mostrar y pedir información requerida en ese momento, así como mantener la información que fluye entre los roles al realizar la programación de cirugías.
- *Modelos*. En esta clase se encuentran los modelos utilizados en el proceso de decisión. Estos modelos se encuentran en forma de métodos. Estos modelos se encargan de proporcionar alternativas de solución y utilidades de cada alternativa.

- *Pronostico*. Se encarga de determinar cuándo podría ocurrir una urgencia, cuál es la duración más probable de cirugía y qué material de osteosíntesis a pedir.
- *Material*. Por medio de esta clase se proporciona y almacena en la base de datos, información referente al material de osteosíntesis.
- *Médico*. Por medio de esta clase se realiza la gestión en la base de datos, de información referente a los médicos, como por ejemplo conocer su matrícula y horarios de operación.
- *Programación*. Se encarga de gestionar información en la base de datos, referente a la pre-programación y programación de cirugías.
- *Criterios*. Por medio de esta clase se proporciona y almacena en la base de datos, información referente a los criterios de programación, tales como: costo, salud, social y los sub-criterios de éstos.
- *Pedido*. Se encarga de gestionar información acerca de los pedidos de material en la base de datos.
- *Cirugía*. Por medio de esta clase se gestiona la información referente a las cirugías del hospital.
- *ConexionPCT*. Esta clase es la base para la conexión a la base de datos, es la que directamente abre una conexión a la base de datos, ejecuta la sentencia indicada, obtiene los datos –cuando es el caso- y cierra la conexión. Cada una de las clases de *Material*, *Pronostico*, *Criterios*, *Programacion*, *Medico*, *Cirugia* y *Pedido* utilizan esta clase para conectarse a la base de datos.

Una vez que se conocen los elementos principales de diseño del prototipo, es importante dar a conocer los detalles más importantes de su implementación.

IV.7 Implementación

En esta sección se describe la tecnología que se usó para el desarrollo del prototipo, así como detalles de implementación de los elementos más relevantes del prototipo de acuerdo a la funcionalidad principal esperada.

De tal forma que en cuanto a tecnologías utilizadas, en primer lugar se puede decir que la plataforma en la cual se basa la implementación es Web, la cual está siendo usada cada vez más como la plataforma cliente/servidor de muchas aplicaciones debido a: la independencia de la plataforma, la mínima cantidad de entrenamiento que se requiere para los usuarios, el costo bajo de la instalación y mantenimiento del software.

Por otro lado, el servidor que contiene el GDSS desarrollado es el Servidor Web Tomcat 4 de la fundación de software Apache, el cual permite la comunicación con el usuario por medio del protocolo TCP/IP. De esta forma Tomcat se encarga de recibir las peticiones que realizan los usuarios desde un navegador, procesarlas y responder a éstas. El navegador puede ser Netscape Navigator, Mozilla, Opera, Konqueror ó Internet Explorer. El lenguaje de desarrollo usado para construir la aplicación fue Java (Java2 SDK, Standard Edition, Version 1.4.1) y en particular para poder dar la funcionalidad que requiere una aplicación

en Internet se utilizaron Servlets y JSP's. Los Servlets es una clase especial de Java que por medio del servidor web que lo contiene, recibe las peticiones de los usuarios en forma de parámetros, los procesa y puede generar al usuario páginas web como respuesta. En nuestro caso las clases *RolSecretaria*, *RolJefeCirugia*, *RolJefaCeye* y *CoordinadorDecision* son Servlets que reciben peticiones de la interfaz de usuario, la cual está construida por medio de JSP's. Los JSP's son instrucciones del lenguaje java insertadas dentro del código HTML que forman la interfaz gráfica para el usuario en un navegador; estas instrucciones son ejecutadas en el servidor cuando el usuario carga dicha página e internamente el servidor web transforma dichas instrucciones en un Servlet. Las ventajas que se tienen al utilizar Servlets y JSP's es que son independientes de la plataforma del servidor como de la del cliente. Además los Servlets permiten una colaboración eficiente entre personas, ya que pueden manejar varias peticiones al mismo tiempo utilizando un solo hilo de ejecución, lo que permite un buen desempeño del servidor.

Por último, debido a que dentro de los requerimientos del GDSS se señala como necesario el almacenamiento y consulta constante de información estructurada, se utilizó el servidor de bases de datos relacional MySQL (MySQL Version 3.23.53), el cual trabaja en plataformas cliente/servidor y contiene API para Java. Además tiene muy buen desempeño en cuanto a la rapidez, confiabilidad y facilidad de uso. Otra característica importante es que MySQL se distribuye bajo licencia de código abierto. En nuestro GDSS, la clase que lleva a cabo el almacenamiento y consulta de información en el servidor de datos MySQL es *conexionPCT*.

IV.7.1 Coordinación de los agentes y del proceso de decisión

El mecanismo que se encarga de la coordinación del proceso de decisión ya fue explicado un poco por medio de los casos de uso. De manera más detallada la coordinación se realiza con base en los estados de los roles identificados en la fase de la metodología llamada "Estructuración de elementos de coordinación y colaboración". Además dentro del GDSS existe una interfaz de usuario relacionada con cada estado, esta interfaz está representada por un JSP. Entonces cuando el usuario realiza una operación, existe en el JSP un parámetro llamado "nuevoEstado" el cual contiene el estado correspondiente a dicha interfaz de usuario y este dato es enviado a la clase Servlet que representa al rol de usuario dentro del sistema (*rolJefeCirugia*, *rolJefaCeye* y *rol Secretaria*). Cada uno de estos Servlets tiene una instancia a la clase *CoordinadorRol*, la cual se encarga de mantener el estado de cada rol. La clase *CoordinadorRol* es una clase que se comporta como una clase estática debido a que fue instanciada a partir de una clase que contiene métodos y atributos estáticos. Se requiere que *CoordinadorRol* se comporte como clase estática debido a que debemos mantener una copia única de los estados de cada rol, porque si no fuera así cada clase *rolJefeCirugia*, *rolJefaCeye* y *rol Secretaria* tendría una copia diferente de la clase *CoordinadorRol* y por lo tanto cada uno manejaría sus propias versiones de los estados actuales de cada rol. En la Figura 48 se muestra la parte del diagrama de clases correspondiente a la coordinación de los roles.

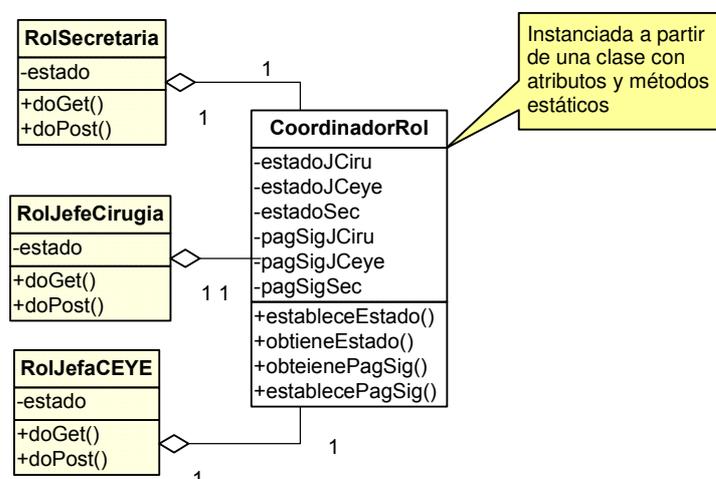


Figura 48. Diagrama de clases de la coordinación de roles.

Además de que la clase `CoordinadorRol` mantiene el estado de cada rol, también se encarga de establecer cuál es la siguiente interfaz de usuario que debe enviar a cada rol de acuerdo al estado de éstos, de esta forma se da el soporte a la coordinación en el proceso de decisión asegurando que siga los pasos preestablecidos por medio de los estados de cada rol.

Por último, debido a que el estado de cada rol se actualiza cada vez que se genera un evento en la interfaz de usuario que hace que se ejecute el Servlet de `RolJefeCirugía`, `RolJefaCeye` ó el `RolSecretaria`, siendo dicho evento un clic a un enlace, un botón, etc.; cuando la interfaz debe actualizarse sin que el usuario realice ninguna acción sobre la interfaz, como por ejemplo cuando tiene una pantalla que indica al usuario espera, entonces debe utilizarse el mecanismo de “*client pull*” que envía peticiones al servidor automáticamente cada *n* segundos.

IV.7.2 Coordinación de los elementos para la decisión

El mecanismo coordinador de los elementos para la decisión funciona de manera muy parecida al coordinador de los roles y proceso de decisión. Este mecanismo se encarga de obtener la información de la base de datos, obtener el modelo adecuado de forma oportuna de acuerdo a los estados, así como mantener la información que fluye al seguir el proceso de decisión. En este caso el Servlet que representa al rol dentro del GDSS conoce el estado actual del rol por medio de la última interfaz de usuario que le realizó peticiones y hace saber de este estado al `CoordinadorDecision` y le envía la información contenida en la interfaz. El `CoordinadorDecision` conoce qué debe hacer con los datos recibidos de acuerdo al estado de los roles. Por ejemplo, si el estado del rol del Jefe de Cirugía es *generando alternativas*, el `CoordinadorDecision` realiza una instancia primero de la clase `Criterios` y le solicita los criterios actuales, esta clase a su vez se conecta a la base de datos y obtiene la información acerca de los criterios y sus pesos, entonces el `CoordinadorDecision` toma los criterios y los datos de los pacientes que ya tenía previamente en memoria y realiza una

instancia de la clase Modelos, luego utiliza el método generarAlternativas, al cual le envía la información de los criterios y los pacientes. Cuando el CoordinadorDecision tiene la información de las alternativas generadas utiliza la clase ArrayList de Java para almacenar dichas alternativas, siendo esta clase estática, con el fin de que haya una sola copia de esta información y que en cualquier momento que quiera ser vista por alguno de los roles, se tenga consistencia en la información. Las alternativas generadas es sólo un ejemplo de la información que debe fluir en el proceso de decisión.

El diagrama de clases para el coordinador de la decisión se muestra en la Figura 49, enfocándose en la comunicación entre las clases que representan al usuario dentro del GDSS y el CoordinadorDecision, donde también se indica que puede tener comunicación con varias clases de acuerdo al estado actual de los roles.

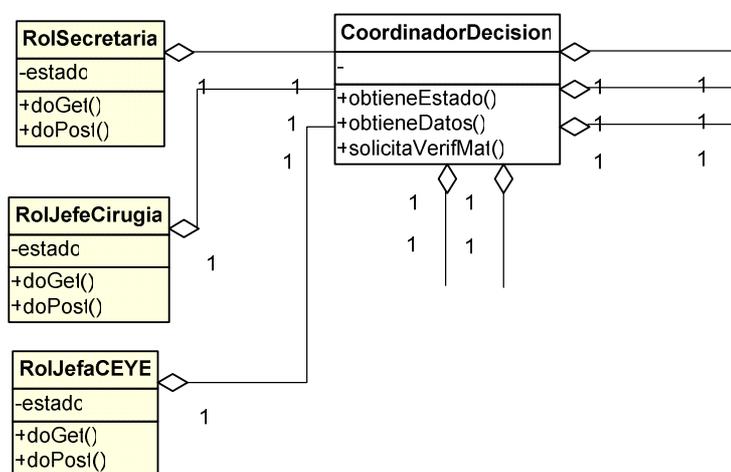


Figura 49. Diagrama de clases para el coordinador de la decisión.

IV.7.3 Generación de alternativas

Como ya se mencionó anteriormente, para generar alternativas la clase Modelos tiene un método generarAlternativas el cual recibe información acerca de los pesos de los criterios de decisión (salud, costo, social) e información de los pacientes a programar. En primer lugar cada paciente tiene 4 tipos de prioridades que se calculan con base en las características de su cirugía y en los pesos que se tiene para los criterios, estas prioridades son prioridad general, en cuanto al costo, en cuanto a la situación social y en cuanto a la situación de salud.

Una vez que se tiene estas prioridades por paciente la clase Modelos genera 4 alternativas de solución para la programación de cirugías, para lo cual se ejecuta la siguiente función que está basada en una heurística que hemos creado para este problema:

1. Realizar lo siguiente 4 veces, para obtener:
 - a. Una buena alternativa general
 - b. Alternativa en cuanto al costo

- c. Alternativa en cuanto a la situación de salud
 - d. Alternativa en cuanto a la situación social
2. Ordenar a los pacientes de acuerdo a la prioridad en turno (general, costo, salud, social), poniendo al paciente con mayor prioridad en primer lugar y así sucesivamente.
 3. Identificar a los doctores que deben operar en los días en cuestión y su turno.
 4. Colocar al primer paciente de la lista ordenada (paciente con mayor prioridad) en la ranura de tiempo (tiempo de programación) tomando en cuenta prioridad, duración de cirugía y tiempo disponible del turno. Ejemplo: el paciente con mayor prioridad se coloca a las 8 de la mañana (si es que ese es su turno).
 5. Si se genera tiempo quirúrgico que no es suficiente para la siguiente cirugía de acuerdo a la prioridad, buscar el siguiente paciente que pueda ser introducido ahí, tomando en cuenta su prioridad, el médico que lo opera y el turno de dicho médico.
 6. Si ninguno de los pacientes de la lista pueden ser operado en la ranura de tiempo que queda, entonces el último paciente que se había colocado debe ser puesto en el siguiente turno, siempre y cuando el paciente pueda ser operado por cualquier médico y el tiempo de operación se mejor o igual al tiempo disponible en el turno.
 7. Se continúa con el siguiente paciente de la lista de prioridad. Es decir, se regresa al punto marcado con el número 4.

Para almacenar cada una de las alternativas de programación también se utiliza una clase ArrayList de Java.

IV.7.4 Modelos de pronóstico

Los modelos de pronósticos proporcionan la funcionalidad de calcular duración de cirugías más precisas, llegada de urgencias y la utilización de material. Para poder realizar estos pronósticos se revisaron datos históricos registrados de estas ocurrencias por 3 meses y con base en esto se construyeron estadísticas de duración más precisa de cirugías, necesidad de material de osteosíntesis, posible llegada de urgencias y su duración.

Por ejemplo, para la estimación de la duración más precisa de una Osteosíntesis de Radio, se construyó una tabla como la que se muestra en la Tabla XVII, en donde se encuentra la clave de la cirugía, la probabilidad que habría de que dicha cirugía durara 10 minutos, 30 minutos, etc. Esto, como ya se explicó en el Capítulo III, se basa en la construcción de histogramas en donde se cuentan cuántas cirugías de ese tipo duraron entre 0 y 20 minutos, cuántas duraron entre 21 y 40 minutos y así sucesivamente.

Cuando se requiere calcular el tiempo de duración aproximado para la Osteosíntesis de Radio la clase CoordinadorDecision le pide a la clase Pronostico que le calcule dicho valor con base en los datos almacenados en la tabla Pronostico de la base de datos, para lo cual primero se genera un número aleatorio entre 0 y 1 con una función implementada en la clase Pronostico y luego se consulta en la base de datos Pronostico el tiempo aproximado de duración con base en la clave de la cirugía y el número aleatorio. La parte del diagrama de clases que se encarga de hacer esto se muestra en la Figura 50.

Tabla XVII. Ejemplo de registros de la base de datos de Pronóstico.

<i>clave</i>	<i>acumulado</i>	<i>tiempo</i>
2871	0,048	0:10
2871	0,188	0:30
2871	0,328	0:50
2871	0,468	1:10
2871	0,608	1:30
2871	0,748	1:50
2871	0,888	2:10
2871	0,936	2:30
2871	1	2:50

Clave de la cirugía
Osteosíntesis
de Radio

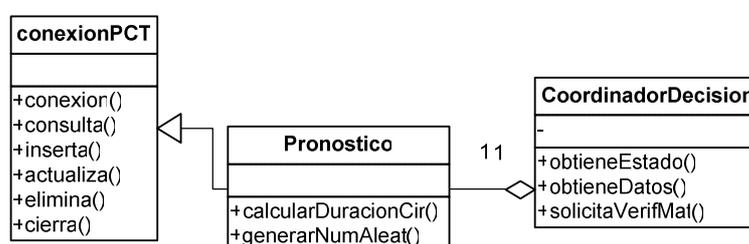


Figura 50. Parte de diagrama de clases para el uso de modelos de pronóstico.

De esta misma forma son calculadas las llegadas de urgencias y la utilización de material, en donde para las llegadas de urgencias se estiman cuántas urgencias ocurren en un día y cuánto tiempo pasa entre la llegada de una urgencia y otra. En cuanto a la utilización de material, se estiman cuántas cirugías que hacen uso del material X ocurren en el período de –por ejemplo- un mes.

IV.8 Funcionalidad básica

En esta sección se describen las funciones básicas del prototipo haciendo uso del escenario presentado en secciones anteriores. En particular se muestran las actividades que deben ser realizadas para pre-programar cirugías y para tomar la decisión grupal referente a la programación de cirugías.

Sistema de Soporte a Decisiones para la Programación de Cirugías de Traumatología

Nombre de Acceso:

Contraseña:

Figura 51. Pantalla de inicio.

Para comenzar a utilizar el GDSS los usuarios deben acceder al sistema con su nombre y contraseña de acceso. En la Figura 51 se muestra la pantalla de inicio y en este caso la Secretaria es la que está entrando al GDSS.

Una vez dentro del GDSS le aparece la pantalla principal con las opciones que ella tiene dentro del sistema, las cuales son *Pre-programar cirugía* y *Registrar suspensión de cirugía* en la Figura 52 se muestra esta pantalla.

Programación de cirugías de traumatología

Hospital público

Opciones

- [Pre-programar Cirugía](#)
- [Registrar suspensión de cirugía](#)

Secretaria de la Jefatura de Cirugia

Secretaria

Figura 52. Pantalla principal de la Secretaria.

La Secretaria elige la opción de *Pre-programar cirugía* e introduce los datos del paciente tal y como se muestra en la Figura 53.



Programación de cirugías de traumatología

Hospital público

Datos para la pre-programación del paciente

Afiliación: 2194760781

Agregado: 1M1976OR

Nombre: Rosendo Reyes Alvarado

Número de cama: 0

Foráneo: No

Médico que solicita: Félix Campos Ramirez

Requiere ser operado por dicho médico: No

Cirugía: Osteosíntesis de Tibia

Gravedad: Estable

Incapacitado: No

Duración: 1:30 minutos

Fecha: 30/04/2004

Hora de inicio: 12:10 minutos

Botón: Solicitar horarios disponibles

Botón: Registrar pre-programación

Figura 53. Interfaz de usuario para introducir datos del paciente a pre-programar.

Debido a que para poder pre-programar al paciente la Secretaria debe consultar qué horas están disponibles para dicho paciente, por lo que al dar clic en el botón “Solicita horarios disponibles” de la Figura 53, aparece el calendario de programación de cirugías de traumatología como se muestra en la Figura 54, en el cual se muestran las horas ocupadas ya por cirugías, el tiempo de limpieza que debe haber en la sala quirúrgica, el tiempo que está disponible para pre-programar y también se muestran la hora y duración de una posible urgencia ese día. Por medio de esta interfaz, también se puede avanzar a días anteriores o posteriores para ver cómo está la calendarización esos días.

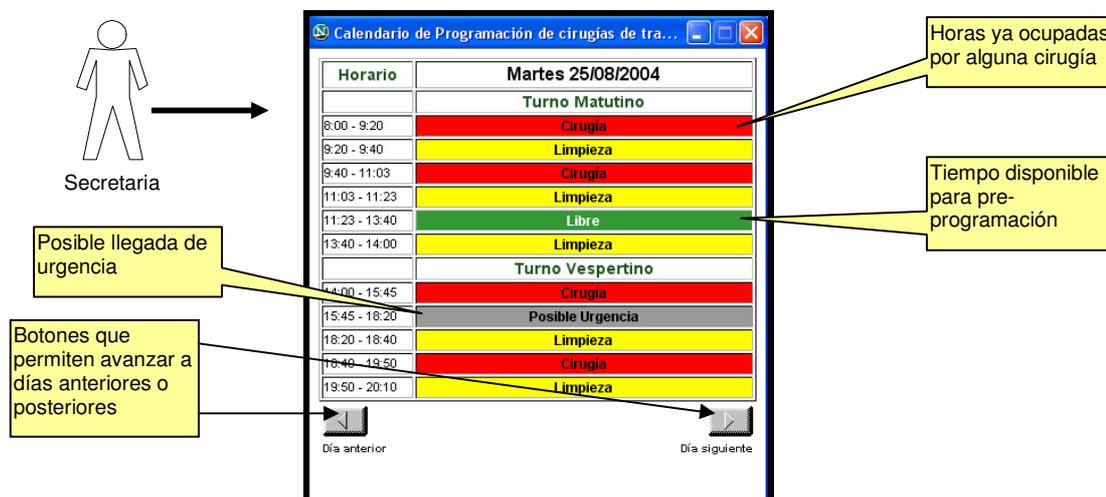


Figura 54. Calendario de horas disponibles para pre-programación.

Una vez que la Secretaria verifica los horarios disponibles la Secretaria vuelve a la pantalla en donde estaba introduciendo los datos para el paciente e indica la hora de inicio de la cirugía y da clic en el botón “Registrar pre-programación” para almacenar le pre-programación en la base de datos.

Para programar de forma definitiva las cirugías el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye entran al GDSS, cuando los dos eligen la opción de *Programar cirugía* el GDSS les presenta las pantallas mostradas en la Tabla XVIII. De donde la pantalla que aparece el Jefe de Cirugía contiene los pacientes a programar para los dos días siguientes a la fecha de uso del GDSS, también aparece la cirugía que se le practicará y la duración aproximada de ésta.

Tabla XVIII. Pantallas presentadas al Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye al inicial la programación de cirugías.

Pantalla para el Jefe de Cirugía		Pantalla para la Jefa de Ceye																																					
<p>Programación de cirugías de traumatología</p> <p>Hospital público</p> <p>Lista de pacientes a programar el 29/04/2004</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Cirugía</th> <th>Duración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ivan Lopez Lugo</td> <td>Quiste sinovial</td> <td>1:10 horas</td> </tr> <tr> <td>Ricardo Camacho Neri</td> <td>Transectomía craneocervical</td> <td>2:40 horas</td> </tr> <tr> <td>Margarita Rios Aceves</td> <td>Fractura de rótula</td> <td>1:40 horas</td> </tr> <tr> <td>Andrés Rivas Bernal</td> <td>Fractura de cadera</td> <td>1:10 horas</td> </tr> <tr> <td>Rosa Rivera Gonzalez</td> <td>Lumbalgia</td> <td>0:50 horas</td> </tr> </tbody> </table> <p>Lista de pacientes a programar el 30/04/2004</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Cirugía</th> <th>Duración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sergio Reza Martinez</td> <td>Hernia de columna cervical</td> <td>3:00 horas</td> </tr> <tr> <td>Ricardo Reyes Alvarado</td> <td>Aftooscopia de muñeca</td> <td>1:30 horas</td> </tr> <tr> <td>Francisco Murillo Chavez</td> <td>Obstrucción de fémur</td> <td>1:30 horas</td> </tr> <tr> <td>Consuelo Farias Alcaraz</td> <td>Hernia de columna lumbar</td> <td>1:10 horas</td> </tr> <tr> <td>Rita Castro Castro</td> <td>Luccion de hombro</td> <td>2:00 horas</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jefe de Cirugía <input type="button" value="Verificar exámenes pre-anestésicos"/></p>		Nombre	Cirugía	Duración	Ivan Lopez Lugo	Quiste sinovial	1:10 horas	Ricardo Camacho Neri	Transectomía craneocervical	2:40 horas	Margarita Rios Aceves	Fractura de rótula	1:40 horas	Andrés Rivas Bernal	Fractura de cadera	1:10 horas	Rosa Rivera Gonzalez	Lumbalgia	0:50 horas	Nombre	Cirugía	Duración	Sergio Reza Martinez	Hernia de columna cervical	3:00 horas	Ricardo Reyes Alvarado	Aftooscopia de muñeca	1:30 horas	Francisco Murillo Chavez	Obstrucción de fémur	1:30 horas	Consuelo Farias Alcaraz	Hernia de columna lumbar	1:10 horas	Rita Castro Castro	Luccion de hombro	2:00 horas	<p>Hospital público</p> <p>Por favor espera un momento mientras que el Jefe de Cirugía solicita información</p> <p>Jefa de Ceye</p>	
Nombre	Cirugía	Duración																																					
Ivan Lopez Lugo	Quiste sinovial	1:10 horas																																					
Ricardo Camacho Neri	Transectomía craneocervical	2:40 horas																																					
Margarita Rios Aceves	Fractura de rótula	1:40 horas																																					
Andrés Rivas Bernal	Fractura de cadera	1:10 horas																																					
Rosa Rivera Gonzalez	Lumbalgia	0:50 horas																																					
Nombre	Cirugía	Duración																																					
Sergio Reza Martinez	Hernia de columna cervical	3:00 horas																																					
Ricardo Reyes Alvarado	Aftooscopia de muñeca	1:30 horas																																					
Francisco Murillo Chavez	Obstrucción de fémur	1:30 horas																																					
Consuelo Farias Alcaraz	Hernia de columna lumbar	1:10 horas																																					
Rita Castro Castro	Luccion de hombro	2:00 horas																																					

Por medio de esta pantalla que aparece al Jefe de Cirugía, éste puede verificar los exámenes pre-anestésicos para cada paciente, en cuanto a esto cabe aclarar que algunos pacientes son eliminados debido a que no tenían en orden dichos exámenes, por lo tanto se

genera tiempo quirúrgico que debe ser cubierto con pacientes de la lista de espera. En la Figura 55 aparece la interfaz de usuario que permite hacer eso, como se puede observar en la parte de arriba parece la lista original completa de pacientes a operar, pero los pacientes marcados con color rojo indican que son los pacientes eliminados por falta de exámenes pre-anestésicos; los demás pacientes aparecen con color negro. En la parte de abajo, es posible agregar pacientes de la lista de espera a la programación para que cubran los huecos generados, estos pacientes son seleccionados de la lista de espera y son agregados al dar clic al botón “Agregar”.

Programación de cirugías de traumatología

Hospital público

Indica que la Jefa de Ceye se encuentra activa en el GDSS

Algunos pacientes no podrán ser operados, por lo que se recomienda cubrir el tiempo quirúrgico generado con pacientes de la lista de espera.

Lista de pacientes a programar el 29/04/2004

Nombre	Cirugía	Duración
Ivan Lopez Lugo	Osteosíntesis de radio	2:10 horas
Ricardo Camacho Neri	Prótesis de cadera	2:40 horas
Margarita Rios Aceves	Prótesis de cadera	1:40 horas
Antonio Rivas Bernal	Osteosíntesis de tibia	2:50 horas
Rosa Rivera Gonzalez	Osteosíntesis de radio	1:10 horas

Lista de pacientes a programar el 30/04/2004

Nombre	Cirugía	Duración
Sergio Reza Martinez	Prótesis de cadera	3:00 horas
Rosendo Reyes Alvarado	Osteosíntesis de tibia	2:10 horas
Francisco Murillo Chavez	Osteosíntesis de radio	1:50 horas
Consuelo Farias Alcaraz	Osteosíntesis de tibia	2:30 horas
Rita Castro Castro	Prótesis de cadera	2:40 horas

Pacientes en lista de espera.

- Consuelo Alcaraz Castro, Osteosíntesis de tibia
- José Rodríguez, Prótesis de cadera
- Sergio Murillo Aceves, Osteosíntesis de radio
- Rosa Rios Bernal, Osteosíntesis de tibia
- María Rivera Alvarado, Prótesis de cadera

Botón Agregar

Agregar

Pacientes marcados con color rojo, indican pacientes eliminados

Lista de pacientes en espera, de donde pueden ser agregados para cubrir tiempo generado por pacientes eliminados

Figura 55. Pantalla en donde es posible agregar pacientes para programación de la lista de espera.

Cuando son agregados los pacientes, el conjunto total es enviado a la Jefa de Ceye, Ceye recibe estos datos y la pantalla que le aparece es la mostrada en la Figura 56. Por medio de la pantalla mostrada en la Figura 56 la Jefa de Ceye puede verificar la existencia de material de osteosíntesis para cada paciente, al dar clic el botón “Verificar existencia de material”.

Programación de cirugías de traumatología

Hospital público

Jefa de Ceye

Indica que el Jefe de Cirugía se encuentra activo en el GDSS

Pacientes agregados

Botón para verificar la existencia de material de los pacientes listados

Lista de pacientes a programar el 29/04/2004		
Nombre	Cirugía	Duración
Ivan Lopez Lugo	Osteosíntesis de radio	2:10 horas
Margarita Rios Aceves	Prótesis de cadera	1:40 horas
Antonio Rivas Bernal	Osteosíntesis de tibia	2:50 horas
Rosa Rivera Gonzalez	Osteosíntesis de radio	1:10 horas

Lista de pacientes a programar el 30/04/2004		
Nombre	Cirugía	Duración
Sergio Reza Martinez	Prótesis de cadera	3:00 horas
Francisco Murillo Chavez	Osteosíntesis de radio	1:50 horas
Rita Castro Castro	Prótesis de cadera	2:40 horas

Lista de pacientes agregados		
Nombre	Cirugía	Duración
Consuelo Alcaraz Castro	Osteosíntesis de tibia	2:30 horas
José Rodriguez	Prótesis de cadera	2:40 horas
Rosa Rios Bernal	Osteosíntesis de tibia	1:50 horas

Verificar existencia de material

Figura 56. Interfaz de usuario por medio de la cual la Jefa de Ceye puede verificar el material.

El Jefe de Cirugía recibe la información acerca del material para los pacientes a programar, entonces el Jefe de Cirugía puede generar las alternativas con los pesos de los criterios preestablecidos de programación o ajustar los pesos a los criterios. Los criterios son los objetivos que queremos lograr al programar las cirugías, en este caso son reducir el costo al hospital, Mejorar la situación de salud y Mejorar la situación social de los pacientes. Cada uno de los criterios se evalúa con base en otros sub-criterios, los cuales aparecen en la Figura 57. Los pesos de los criterios es una medida que indica qué tan importante es dicho objetivo. Cuando el Jefe de Cirugía requiere ajustar pesos a los criterios aparece una interfaz gráfica como la mostrada en la Figura 57.

Jefe de Cirugía

Ajustando pesos de los criterios - Netscape

Pesos de los criterios

40 Costo

- 60 Hospitalizados
- 40 Quirofanos

40 Salud

- 50 Gravedad
- 25 Tiempo espera
- 25 Reprogramaciones

20 Social

- 30 Niños/Ancianos
- 15 Foraneos
- 20 Tiempo de espera
- 34 Afiliación como "trabajador"/Paciente incapacitado

Aceptar

Figura 57. Interfaz para cambiar ajustar los criterios de programación.

Cuando el Jefe de Cirugía indica al GDSS que genere las alternativas de programación, le pregunta que cuántas alternativas quiere que el GDSS le visualice al mismo tiempo, en la Figura 58 aparecen dos de las alternativas generadas, la primera es la alternativa generada buscando mejorar la utilidad global y la segunda buscando mejorar la utilidad en cuanto a la situación de salud. Por medio de los botones de opción que aparecen al lado izquierdo y las flechas azules es posible mover o hacia abajo al paciente o urgencia seleccionado. Conforme la programación es modificada la utilidad de la alternativa se modifica automáticamente, indicándole al Jefe de Cirugía por medio de los valores que aparecen del lado derecho en la Figura 58, cuándo una opción de programación es mejor. En cuanto a estas utilidades que aparecen a la derecha de la interfaz, para cada alternativa se muestran dos versiones de utilidades, la primera indica la utilidad de la alternativa que se está mostrando a su izquierda (la cual quizá sea una modificación de la originalmente generada) y la segunda es la utilidad de la alternativa generada originalmente. Además cada alternativa tiene una utilidad global y utilidades en cuanto a costo, situación de salud y situación social. En todo momento el Jefe de Cirugía puede visualizar las alternativas que quiera y ajustar los criterios.

Si se requiere modificar la duración de alguna cirugía y/o de alguna de las urgencias estimadas, esto puede hacerse dando clic al botón imagen que contiene un pequeño reloj. Debido a que las alternativas son modificadas manualmente por el Jefe de Cirugía, la alternativa proporcionada originalmente por el GDSS se mantiene para poder volver a ella cuando el Jefe de Cirugía lo desee, dando clic al botón “Alternativa original”. Por último cuando el Jefe de Cirugía decide cuál alternativa de programación es la mejor, ésta se registra al dar clic al botón “Elegir programación” de la alternativa deseada.

Programación de cirugías de traumatología

Hospital público

Actividades que puede realizar el Jefe de Cirugía en ese momento

Visualización de alternativas Ajustar criterios

Alternativa para utilidad global

Lista de pacientes a programar el 29/04/2004

Nombre	Cirugía	Duración
Ivan Lopez Lugo	Osteosíntesis de radio	1:10 horas
Possible urgencia		
Antonio Rivas Bernal	Osteosíntesis de tibia	1:10 horas
Consuelo Alcaraz Castro	Osteosíntesis de tibia	1:10 horas

Turno Vespertino

Nombre	Cirugía	Duración
Rita Rios Aceves	Prótesis de cadera	1:40 horas
Rivera Gonzalez	Osteosíntesis de radio	0:50 horas
Possible urgencia		
Alternativa original		

Lista de pacientes a programar el 30/04/2004

Nombre	Cirugía	Duración
Reza Martinez	Prótesis de cadera	3:00 horas
Possible urgencia		
Francisco Murillo Chavez	Osteosíntesis de radio	1:30 horas

Turno Vespertino

Nombre	Cirugía	Duración
José Rodríguez	Prótesis de cadera	1:40 horas
Rosa Rios Bernal	Osteosíntesis de tibia	1:30 horas
Rita Castro Castro	Prótesis de cadera	2:00 horas
0:10 horas (sobrepasa)		

Utilidad	U. original
62.6 Global	62.6
68 Costos	68
61 Situación de salud	61
55 Situación social	55

Elegir programación

Alternativa original

Botón que permite regresar a la alternativa originalmente generada.

Utilidades de la alternativa mostrada

Utilidades de la alternativa original

Botones de selección

Alternativa para situación de salud

Lista de pacientes a programar el 29/04/2004

Nombre	Cirugía	Duración
Sergio Reza Martinez	Prótesis de cadera	3:00 horas
Possible urgencia		
Rosa Rios Bernal	Osteosíntesis de tibia	1:30 horas
0:30 horas (sobrepasa)		

Turno Vespertino

Nombre	Cirugía	Duración
Margarita Rios Aceves	Prótesis de cadera	1:40 horas
Possible urgencia		
Antonio Rivas Bernal	Osteosíntesis de tibia	1:10 horas

Lista de pacientes a programar el 30/04/2004

Nombre	Cirugía	Duración
Ivan Lopez Lugo	Osteosíntesis de radio	1:10 horas
Possible urgencia		
Francisco Murillo Chavez	Osteosíntesis de radio	1:30 horas
Consuelo Alcaraz Castro	Osteosíntesis de radio	1:10 horas
José Rodríguez	Prótesis de cadera	1:40 horas
Rita Castro Castro	Prótesis de cadera	2:00 horas
Rosa Rivera Gonzalez	Osteosíntesis de radio	0:50 horas

Utilidad	U. original
51.6 Global	51.6
36 Costos	36
53 Situación de salud	53
80 Situación social	80

Elegir programación

Alternativa original

Botón que permite elegir esta alternativa de programación

Botones que permiten mover al paciente o emergencia seleccionado, hacia arriba o hacia abajo

Botones que permiten modificar el tiempo de duración de la cirugía o urgencia

Figura 58. Interfaz de usuario que muestra las alternativas generadas y provee los mecanismos para analizar las alternativas y elegir la deseada.

IV.9 Resumen

En este capítulo han sido presentados los requerimientos que proporcionaron la base para la implementación del GDSS para el problema de decisión de programación de cirugías de traumatología. De esta forma los elementos estudiados por la metodología y determinados como importantes para tomar en cuenta adecuadamente los aspectos técnicos, sociales y organizacionales de la decisión, han sido analizados e incluidos en el diseño del GDSS.

El diseño presentado en este capítulo se enfoca en la representación de los elementos más importantes a mostrar del GDSS, una versión del diseño más completa se encuentra en el Apéndice D.

También en este capítulo, se mostraron los detalles de implementación de los elementos sugeridos más importantes por la metodología. Nos damos cuenta que dicha metodología, proporciona una base sólida para lograr el desarrollo y el consecuente soporte de grupos tomadores de decisión.

Por medio del análisis, diseño e implementación mostrada aquí es posible comprender la funcionalidad del GDSS que se pretende probar en el siguiente capítulo.

Capítulo V. Pruebas al GDSS y Evaluación Preliminar con los Usuarios

V.1 Introducción

En este capítulo, se presentan las pruebas realizadas al GDSS para la Programación de Cirugías de Traumatología, así como una evaluación previa del GDSS efectuada con los usuarios.

En términos generales las pruebas a un sistema de software se refieren a asegurar que dadas entradas al sistema, éste producirá salidas acordes a los resultados requeridos ó en su defecto detectar los errores del sistema. Existe una gran variedad de tipos de pruebas practicadas a software, de las cuales, en particular para propósitos de realizar las pruebas al prototipo GDSS para la Programación de Cirugías de Traumatología presentado en el capítulo anterior, se utilizan las llamadas pruebas de validación. Las pruebas de validación son el conjunto de actividades llevadas a cabo para determinar que el software fue construido de acuerdo a un conjunto especificado de requerimientos (Pressman, 2001).

Por lo tanto, el objetivo de las pruebas es asegurarnos que un GDSS desarrollado con base en los requerimientos producidos por la metodología, puede dar soporte a casos como el presentado en el escenario de prueba, el cual contiene los elementos y características del problema de decisión estudiado con la metodología en el Capítulo III.

Se comienza con la metodología para la realización de las pruebas en donde se detalla la descripción de las pruebas a realizar, enseguida se muestra la relación de las pruebas y la funcionalidad del sistema que se propone probar, luego se presenta la ejecución de éstas y por último se analizan los resultados que se obtuvieron.

En cuanto a la evaluación previa con los usuarios, el objetivo es conocer su perspectiva respecto a la utilidad y soporte a la decisión del GDSS desarrollado; y validar de forma indirecta la metodología que fue la base para la obtención de requerimientos para el desarrollo del GDSS. En este capítulo se presenta, en primer lugar en qué consistió la evaluación, los resultados obtenidos y un breve análisis de éstos.

V.2 Metodología para la realización de las pruebas

Para realizar las pruebas, en primer lugar se propone tomar un escenario que contenga los elementos y características del problema de decisión estudiado en el Capítulo III con la *Metodología para Estructurar el Proceso de Toma de Decisiones*, ya que el prototipo de GDSS a probar en este capítulo fue construido con base en los requerimientos resultantes de dicha *metodología*, una vez que ésta fue usada para estudiar el problema de decisión existente en la Programación de Cirugías de Traumatología.

Así, de acuerdo al caso de estudio cada dos días se realiza la programación final de cirugías, la cual es efectuada con base en cirugías pre-programadas para esos días. Para que a un paciente pueda serle programada finalmente su cirugía, además de estar pre-programado, se requiere que tenga en orden los exámenes pre-anestésicos y que la clínica cuente con el material de osteosíntesis requerido para la cirugía. Por lo tanto, se alimentó a la base de datos con material necesario, dejando algunos casos en los que el material no era suficiente, para que se tuvieran que suspender cirugías y así generar espacios en la programación, los cuales pudieran ser cubiertos por pacientes que presentaran mayor prioridad en la lista de espera. En este sentido, cabe resaltar que se buscó que la situación de los pacientes a operar fuera diversa en cuanto a salud, costos y elementos sociales; para de esta forma se tengan prioridades diferentes.

Una vez presentamos estos datos generales del escenario a probar, enseguida se muestran los pasos a seguir para la realización de las pruebas:

1. Probar la pre-programación de cirugías.
 - a) Ingresar al sistema con el rol de la Secretaria de la Jefatura y elegir la opción del sistema *Pre-programar Cirugía*.
 - b) Introducir datos del paciente y de su operación para que el GDSS muestre horarios disponibles y asignar el tiempo disponible para la cirugía en cuestión.
 - c) Verificar que la cirugía haya sido almacenada en la base de datos.
2. Probar la coordinación entre el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye al realizar la programación final de cirugías.
 - a) Entrar al GDSS desde dos computadoras diferentes, en la primer computadora ingresar al GDSS como Jefe de Cirugía y en la segunda ingresar como Jefa de Ceye, elegir en ambos casos la opción del sistema *Programar cirugías*.
 - b) Verificar que en la primer pantalla para el Jefe de Cirugía se muestren los datos de los pacientes pre-programados para los 2 o 3 días siguientes, según sea el caso; y que en la primer pantalla para la Jefa de Ceye le aparezca un mensaje de espera.
 - c) Comprobar que mientras el Jefe de Cirugía realiza las actividades requeridas antes de solicitarle a la Jefa de Ceye la disponibilidad de material de la lista de pacientes a ser programados, la pantalla de espera permanezca para la Jefa de Ceye.
 - d) Verificar que cuando el Jefe de Cirugía solicite la disponibilidad de material de pacientes a la Jefa de Ceye, una pantalla de espera aparezca al Jefe de Cirugía y la información de los pacientes solicitada sea mostrada a la Jefa de Ceye.
 - e) Comprobar que hasta que la Jefa de Ceye proporcione la información acerca de la disponibilidad de material de la lista de pacientes a programar, la pantalla de espera desaparezca para el Jefe de Cirugía dando lugar a la información enviada por la Jefa de Ceye, indicando ahora a la Jefa de Ceye que espere solicitudes del Jefe de Cirugía.
3. Probar la flexibilidad en cuanto a las alternativas de solución presentadas.
 - a) El Jefe de Cirugía debe elegir la opción *Generar alternativas* y verificar que se presenten opciones para visualizar el número de alternativas, seleccionar las alternativas que desea aparezcan y comprobar que sean éstas las que son desplegadas.

- b) Seleccionar uno o varios de los pacientes, de una de las alternativas y moverlo de posición hacia arriba o hacia abajo, para ver que prácticamente estamos generando otra alternativa; luego dar clic en el botón “Alternativa original” y verificar que la alternativa que presentan sea efectivamente la generada al principio.
4. Probar la generación de alternativas de solución.
 - a) Entrar al GDSS y generar alternativas con los pacientes pre-programados.
 - b) Registrar las utilidades de las alternativas.
 - c) Ingresar al código de la clase Modelos. Implementar una función que toma el conjunto de pacientes a programar y los ordene de forma aleatoria, cuidando únicamente no sobrepasar el tiempo asignado por turno. Enlazar esta función para que sea ejecutada al momento de *Generar alternativas*. Entrar al GDSS y generar las alternativas con esta función.
 - d) Registrar las utilidades mostradas.
 - e) Comparar las utilidades obtenidas de las alternativas generadas aleatoriamente y las generadas por medio de la heurística implementada.
 5. Probar el modelo que permite analizar las diferentes opciones de programación de cirugías que se tienen.
 - a) Cuando se generan las alternativas de programación, verificar que cada alternativa tenga un valor referente a la utilidad global de dicha alternativa, además de utilidades en relación a los atributos de salud, situación social y costo.
 - b) Elegir un paciente con situación de salud crítica y moverlo al siguiente día, para verificar que la utilidad en cuanto a la situación de salud disminuye, así como la utilidad global también se modifica de acuerdo a los pesos que tenga en ese momento cada uno de los criterios.
 - c) Registrar una de las alternativas buscando que la utilidad en cuanto al costo sea alta y luego entrar a modificar los pesos de los criterios de decisión, reduciendo el peso que tiene el criterio en cuanto al costo, para verificar cómo es que cambian las utilidades previamente registradas de la alternativa.
 6. Probar los modelos para la estimación de incertidumbre.
 - a) Al momento de introducir los datos para la pre-programación de cirugías de los pacientes, verificar que aparezca la duración aproximada para dicha cirugía.
 - b) Verificar que al momento de solicitar los horarios disponibles para la pre-programación de cirugías, aparezca el número de urgencias que podrían ocurrir ese día, la duración de éstas y la hora en que podrían suceder.
 - c) De la lista de opciones de la Jefa de Ceye solicitar el pronóstico de uso de material.
 - d) Usando el rol Jefa de Ceye, elegir el material que se desea predecir su necesidad y el período en el cual quiere conocer dicha necesidad; y esperar a que el GDSS muestre la cantidad de material que debería ser pedida de acuerdo a la necesidad estimada y a la existencia.

Las actividades mostradas anteriormente conforman las pruebas a realizar para probar el GDSS, de acuerdo a los requerimientos definidos para su construcción. La relación de cada una de las pruebas y la funcionalidad requerida del GDSS se muestra en la siguiente sección.

V.3 Relación de las pruebas con las características principales del GDSS

Con el fin de justificar cada una de las pruebas a realizar al GDSS, es importante mencionar que cada una está relacionada con cierta funcionalidad determinada como necesaria desde la especificación de los requerimientos de construcción. La Tabla XIX muestra las características de funcionalidad que se relacionan con cada una de las pruebas a realizar, identificado a las pruebas por medio del número e inciso usados en la sección anterior de este capítulo.

Tabla XIX. Relación entre las características y las pruebas definidas en la metodología para la realización de las pruebas.

<i>Características</i>	<i>Pruebas</i>
Pre-programación de cirugías	1.a; 1.b; 1.c
Mecanismo de coordinación de la interacción	2.b; 2.c; 2.d; 2.e
Mecanismo del soporte a la decisión con base en la coordinación	2.b; 2.d; 2.e
Modificar los criterios de decisión	5.c
Modelo de generación de alternativas de solución	3.a; 3.b; 4.a; 4.b; 4.c; 4.d; 4.e
Modificar manualmente las alternativas de solución	3.b; 5.b;
Modelo de análisis de alternativas de programación de cirugías	5.a; 5.b; 5.c
Modelo para estimar una duración más precisa de cirugías	6.a
Modelo para estimar la llegada y duración de urgencias	6.b
Modelo para la predicción de uso de material	6.c; 6.d

Una vez que se conoce la correspondencia existente en cada una de las pruebas y la funcionalidad del GDSS, enseguida se presenta la ejecución detallada de cada una de las pruebas.

V.4 Descripción de las pruebas realizadas

En esta sección se describe cada una de las pruebas definidas anteriormente y se presentan los resultados de dichas pruebas. La forma adoptada para la presentación de los resultados se basa en mostrar las pruebas agrupadas tal y como fueron definidas en la metodología de pruebas (sección V.2) para la realización de las mismas, detallando para cada una de las pruebas lo que se esperaba obtener por parte del GDSS y lo realmente logrado, haciendo uso de pantallas cuando sea necesario.

El enfoque principal de la presentación de las pruebas es que se muestre la interfaz que debe aparecer a cada uno de los participantes en la programación de cirugías y la información esperada, permitiendo así la coordinación. Además en cuanto a las pruebas que no tienen que ver con la coordinación, el enfoque es sobre los datos que se espera muestre el GDSS de acuerdo a la información de entrada y acciones realizadas, sobre todo en los modelos de generación y análisis de alternativas.

V.4.1 Pre-programación de cirugías

Al realizar este conjunto de prueba lo que se propone probar es que se el mecanismo de pre-programación de cirugías funcione, es decir que la pre-programación realizada quede registrada en la base de datos.

Prueba. Ingresar al sistema con el rol de la Secretaria de la Jefatura y elegir la opción del sistema *Pre-programar Cirugía*, entonces introducir datos del paciente y de su operación para que el GDSS muestre horarios disponibles, luego asignar la posible hora de inicio para la cirugía en cuestión y finalmente verificar que la cirugía haya sido almacenada en la base de datos.

Resultado esperado. El GDSS debe indicar a la Secretaria de la Jefatura que la pre-programación ha sido registrada y la pre-programación debe estar registrada al momento de programar definitivamente.

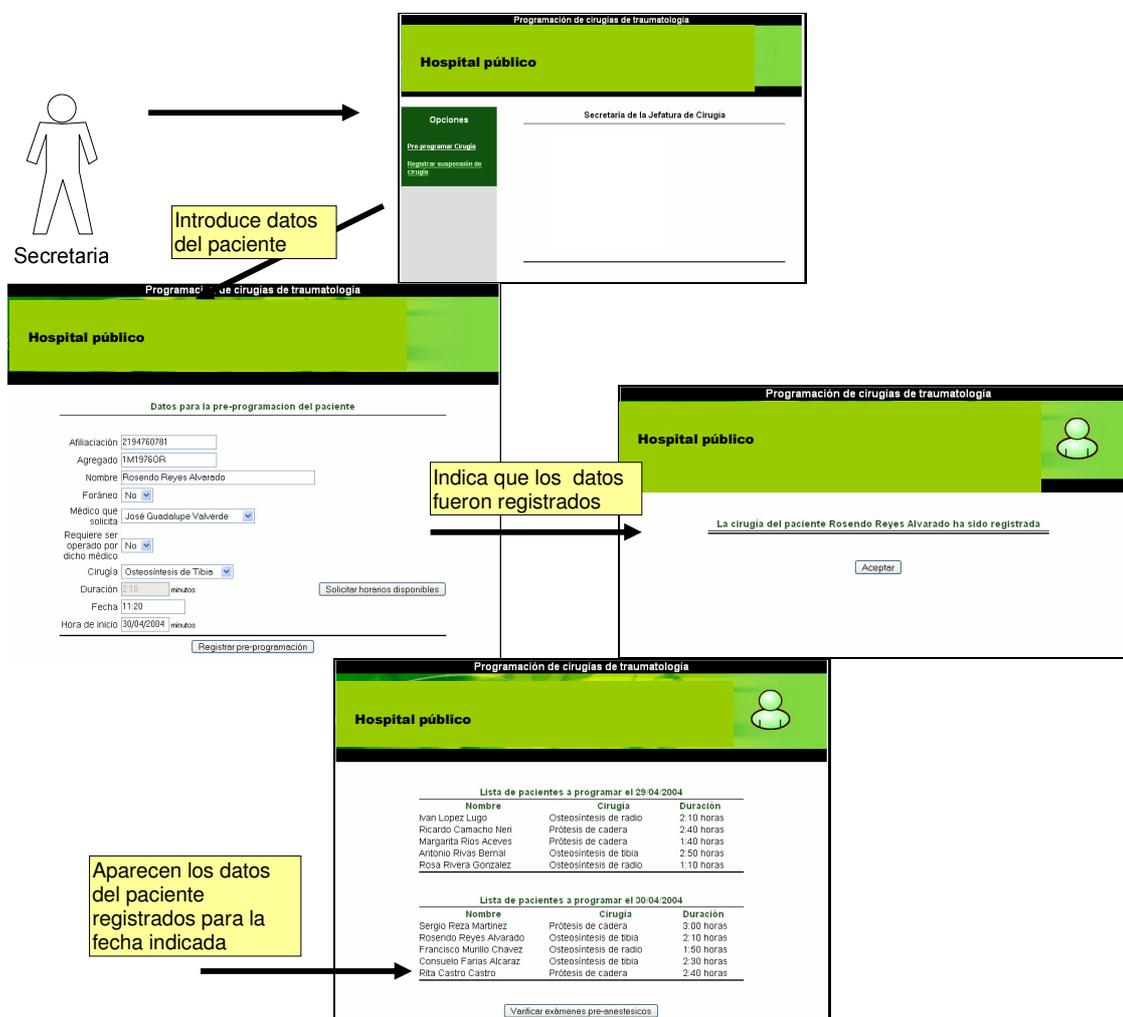


Figura 59. Muestra que los datos del paciente pre-programado fueron almacenados en la base de datos.

Los resultados de esta prueba fueron satisfactorios, pues los datos del paciente aparecen pre-programados, tal y como se muestra en la Figura 59. Aunque la hora y fecha de inicio podrían ser sugeridas por el sistema con base en los horarios que se tengan disponibles, buscando facilitar la labor de la Secretaria. Además, por el momento los datos de entrada no se encuentran validados.

V.4.2 Coordinación al programar cirugías

El objetivo de este conjunto de pruebas es validar que el soporte a la toma de decisión grupal es el adecuado en cuanto a la coordinación de los participantes en la decisión; desde el punto de vista de la interacción entre ellos, del manejo de la información requerida y generada en cada estado, del flujo de información y trabajo de acuerdo a cada rol y actividad del proceso.

Prueba: Entrar al GDSS desde dos computadoras diferentes, en la primera computadora ingresar al GDSS como Jefe de Cirugía y en la segunda ingresar como Jefa de Ceye. Entonces verificar las pantallas presentadas a los dos roles.

Resultado esperado: El GDSS debe mostrar para el Jefe de Cirugía los datos de los pacientes pre-programados para los 2 ó 3 días siguientes y para la Jefa de Ceye una pantalla con un mensaje de espera.

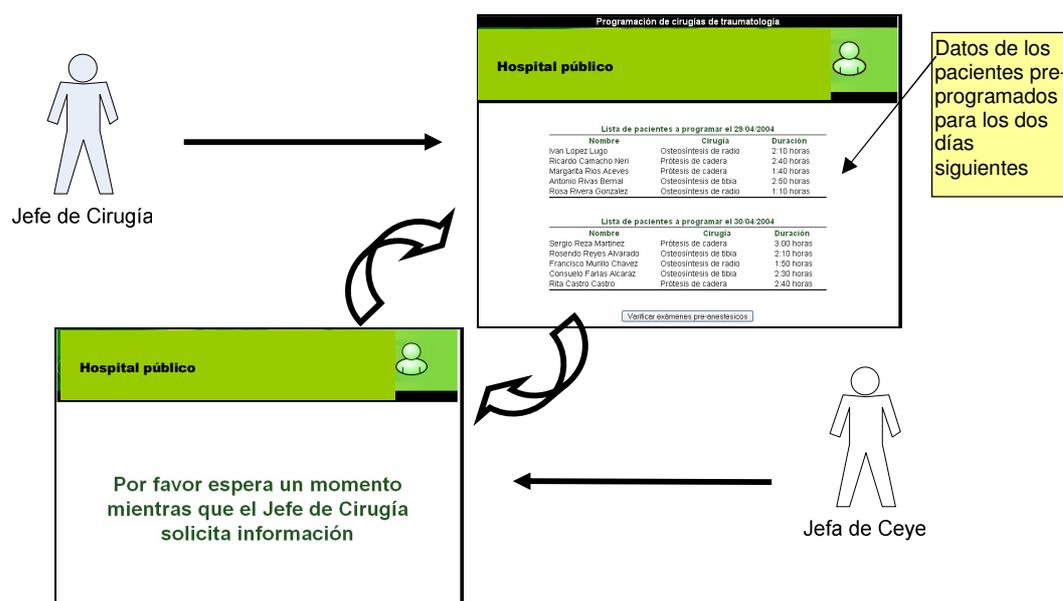


Figura 60. Pantallas presentadas al Jefe de Cirugía y Jefa de Ceye al iniciar la programación de cirugías.

El resultado de esta prueba fue el esperado, puesto que la coordinación se llevó de forma adecuada, los datos de los pacientes pre-programados fueron presentados al Jefe de Cirugía y a la Jefa de Ceye la apreció una pantalla que le indica que espere. Las pantallas son mostradas en la Figura 60.

Prueba: Observar qué pantallas aparecen a la Jefa de Ceye mientras el Jefe de Cirugía realiza las actividades requeridas antes de solicitarle a la Jefa de Ceye la disponibilidad de material de la lista de pacientes a ser programados.

Resultado esperado: Durante todo ese tiempo la pantalla de espera debe permanecer para la Jefa de Ceye.

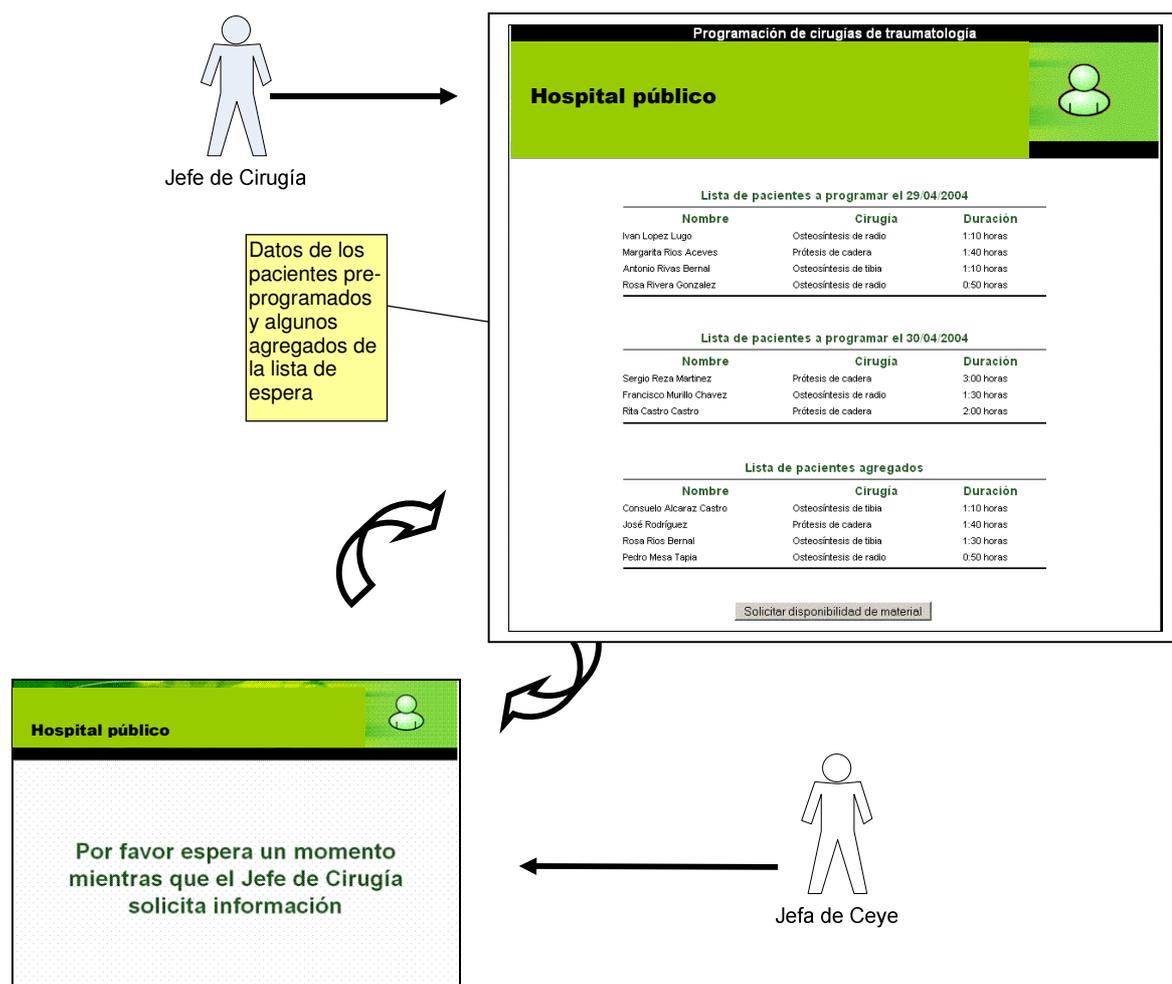


Figura 61. Pantallas mostradas a cada rol, hasta el momento en que el Jefe de Cirugía se dispone a solicitar disponibilidad de material a la Jefa de Ceye.

Esta prueba resultó satisfactoria, pues mientras que el Jefe de Cirugía realizaba las actividades requeridas (verificar resultados de análisis pre-anestésicos, eliminar pacientes que no tienen exámenes pre-anestésicos, seleccionar pacientes de lista de espera) antes de que le apareciera la pantalla superior de la Figura 61, la pantalla mostrada a la Jefa de Ceye fue constantemente la mostrada en la parte inferior de la Figura 61.

Prueba: Verificar qué cambios en los estados del rol ocurren cuando el Jefe de Cirugía solicite la disponibilidad de material de pacientes a la Jefa de Ceye

Resultado esperado: Los datos de los pacientes mostrados a la Jefa de Ceye deben corresponder a los datos que aparecieron al Jefe de Cirugía al momento de solicitar la disponibilidad de material, además una pantalla de espera debe aparecer al Jefe de Cirugía y la información de los pacientes solicitada debe ser mostrada a la Jefa de Ceye.

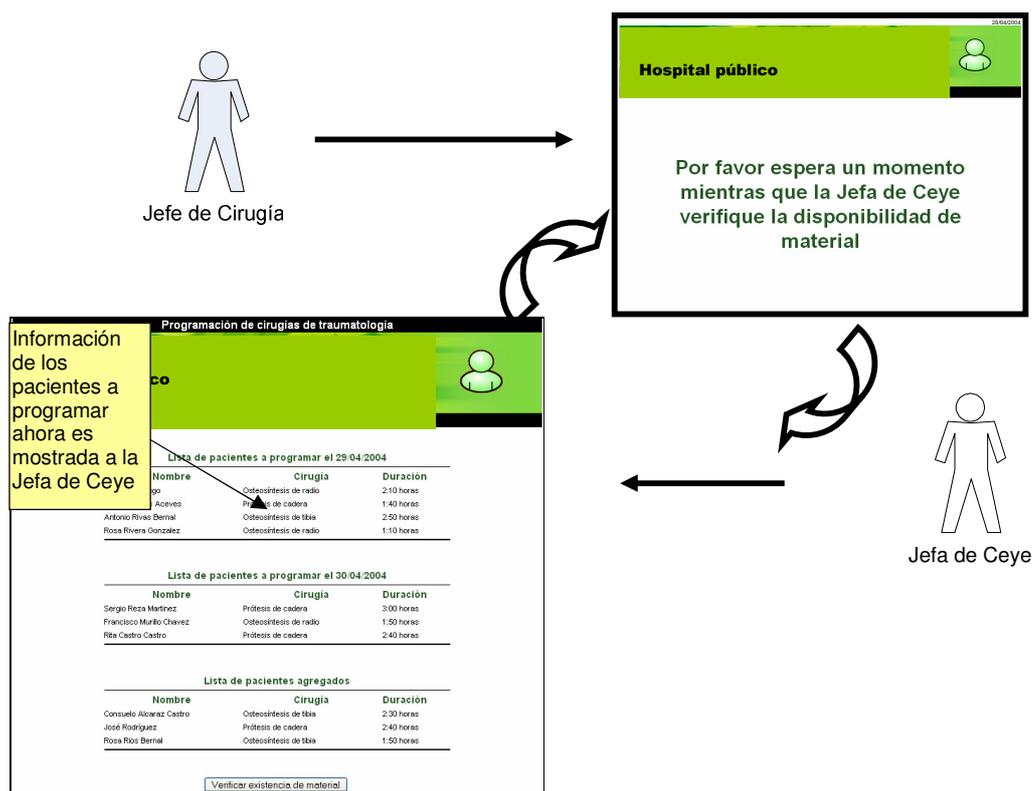


Figura 62. Pantallas mostradas a cada rol cuando el Jefe de Cirugía solicita la disponibilidad de material a la Jefa de Ceye.

Los resultados de esta prueba fueron conforme a lo esperado, ya que como se puede observar en la Figura 62 la información de los pacientes solicitada es mostrada a la Jefa de Ceye, correspondiendo los pacientes a los pacientes para los que el Jefe de Cirugía solicitó disponibilidad. Además una pantalla de espera aparece al Jefe de Cirugía.

Prueba: Asegurarse que los datos mostrados al Jefe de Cirugía fueron los enviados por la Jefa de Ceye, cuando la Jefa de Ceye proporciona al Jefe de Cirugía, la información acerca de la disponibilidad de material de la lista de pacientes a programar. Y verificar qué cambios de pantalla ocurren.

Resultado esperado: La información enviada por la Jefa de Ceye debe aparecer al Jefe de Cirugía y la pantalla de espera debe desaparecer para el Jefe de Cirugía. La Jefa de Ceye debe poder ahora realizar otras acciones dentro del GDSS, en la pantalla que le aparece.

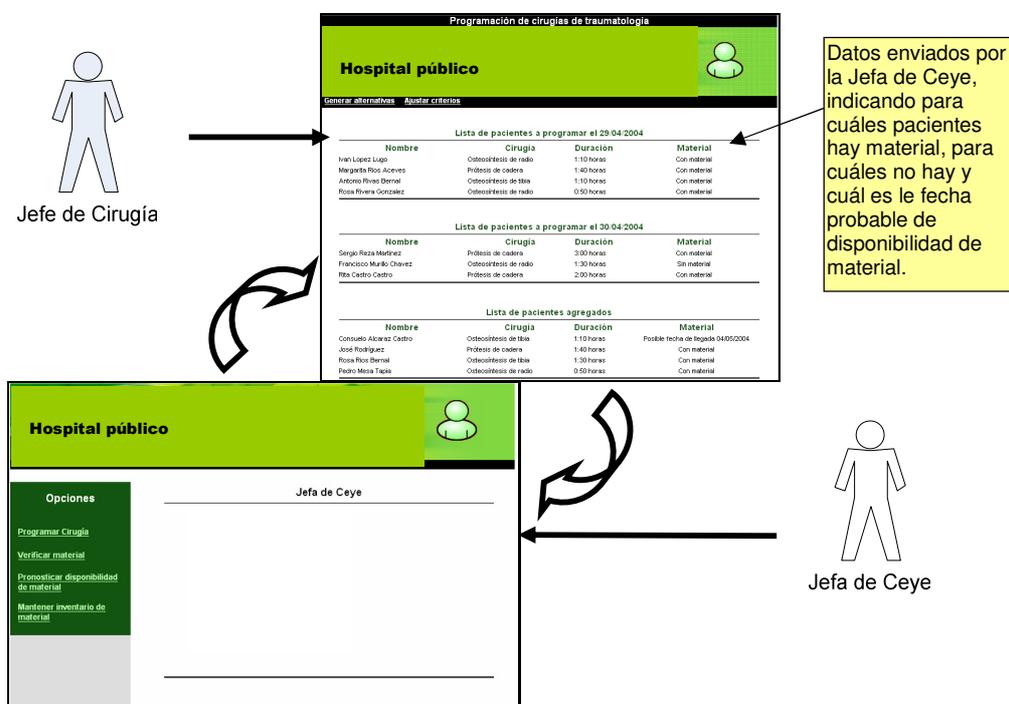


Figura 63. Pantallas que aparecen a los roles cuando la Jefa de Ceye proporciona al Jefe de Cirugía la información acerca de la disponibilidad de material de los pacientes.

La realización de esta prueba produjo los resultados, pues los datos enviados por la Jefa de Ceye corresponden a los mostrados al Jefe de Cirugía. Igualmente, las pantallas mostradas fueron conforme a lo esperado tal como lo muestra la Figura 63.

Una vez probada la coordinación entre el grupo de dos personas que toman la decisión al programar las cirugías de traumatología, las siguientes pruebas a realizar se refieren a la generación de alternativas de programación.

V.4.3 Flexibilidad en cuanto a alternativas de programación de cirugías presentadas

El conjunto de estas pruebas tiene como objetivo mostrar que la cantidad de alternativas de programación de cirugías es flexible, permitiendo adaptarse a las necesidades del usuario o del problema en particular. En este caso el rol que manejará estas acciones dentro del sistema es el Jefe de Cirugía. El conjunto total de alternativas necesarias fue determinado con base en el análisis efectuado al caso de estudio por medio de la metodología.

Prueba: Elegir la opción *Generar alternativas* y verificar que se presenten opciones para visualizar el número de alternativas, las cuales son: de utilidad global, de costos, de situación de salud y de situación social. Seleccionar las alternativas que desea aparezcan y comprobar que sean éstas las que son desplegadas.

Resultado esperado: Que las alternativas seleccionadas sean las mostradas una vez que se de clic en el botón “Aceptar”.

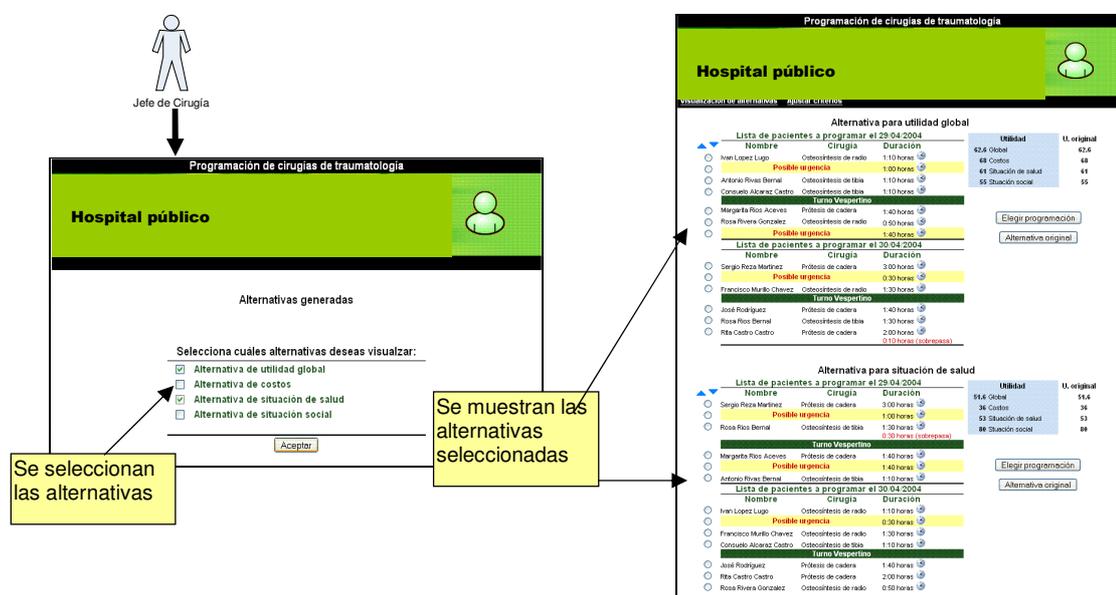


Figura 64. Muestra la selección de las alternativas a visualizar y cómo estas son visualizadas.

De acuerdo a esta prueba, se seleccionó se mostraran diferentes alternativas dentro las disponibles, las cuales fueron mostradas. En la Figura 64 se muestra cuando se seleccionaron las alternativas de: utilidad global y situación de salud, las cuales fueron mostradas como se puede observar en la pantalla derecha de la Figura 64. Por lo tanto, esta prueba es satisfactoria.

Prueba: Seleccionar uno o varios de los pacientes, de una de las alternativas y moverlo de posición hacia arriba o hacia abajo, para ver que prácticamente vamos generando otra alternativa; luego dar clic en el botón “Alternativa original”.

Resultado esperado: Que la alternativa se vaya modificando y que cuando se de clic al botón “Alternativa original” se muestra de nuevo de la alternativa generada al principio.

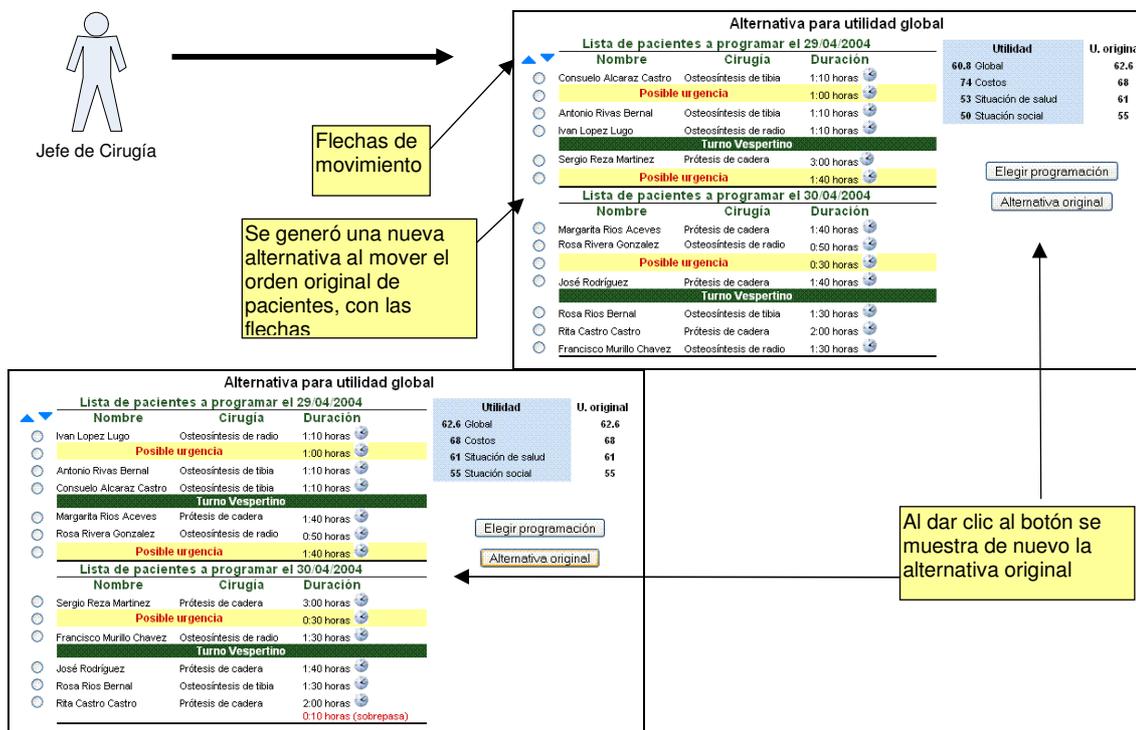


Figura 65. Muestra la generación de otra alternativa al mover el orden de los pacientes y poder regresar a la original.

Los resultados de esta prueba indican que efectivamente se tiene otra alternativa conforme se va modificando la programación de las cirugías original y cuando se requiere se puede volver a la alternativa inicial, tal y como se muestra en la Figura 65. Esto permite tener alternativas adicionales a las cuatro presentadas originalmente, fomentando la flexibilidad en cuanto a las alternativas de programación de cirugías presentadas, por lo que esta prueba se considera satisfactoria.

V.4.4 Generación de alternativas de programación

En particular esta prueba está orientada a mostrar que el algoritmo usado para generar las alternativas de solución presentadas por medio del GDSS, es efectivo al buscar y presentar soluciones consistentes en términos de las utilidades. Cabe destacar que el rol que pone a funcionar la generación de alternativas es el Jefe de Cirugía.

Prueba: Entrar al GDSS, generar alternativas con el algoritmo creado para este fin y registrar las utilidades de la "Alternativa de utilidad global". Luego, ingresar al código de la clase Modelos, en lugar de usar el algoritmo anterior, modificar el código para que los pacientes sean ordenados de forma aleatoria, entonces entrar al GDSS, generar las alternativas con esta función y registrar las utilidades mostradas de la "Alternativa de utilidad global". Finalmente, comparar las utilidades generadas por medio del algoritmo y las utilidades obtenidas con el orden aleatorio.

Resultado esperado: Al menos la utilidad global de la alternativa generada por medio del algoritmo debe ser mayor a la utilidad global obtenida con el orden aleatorio.

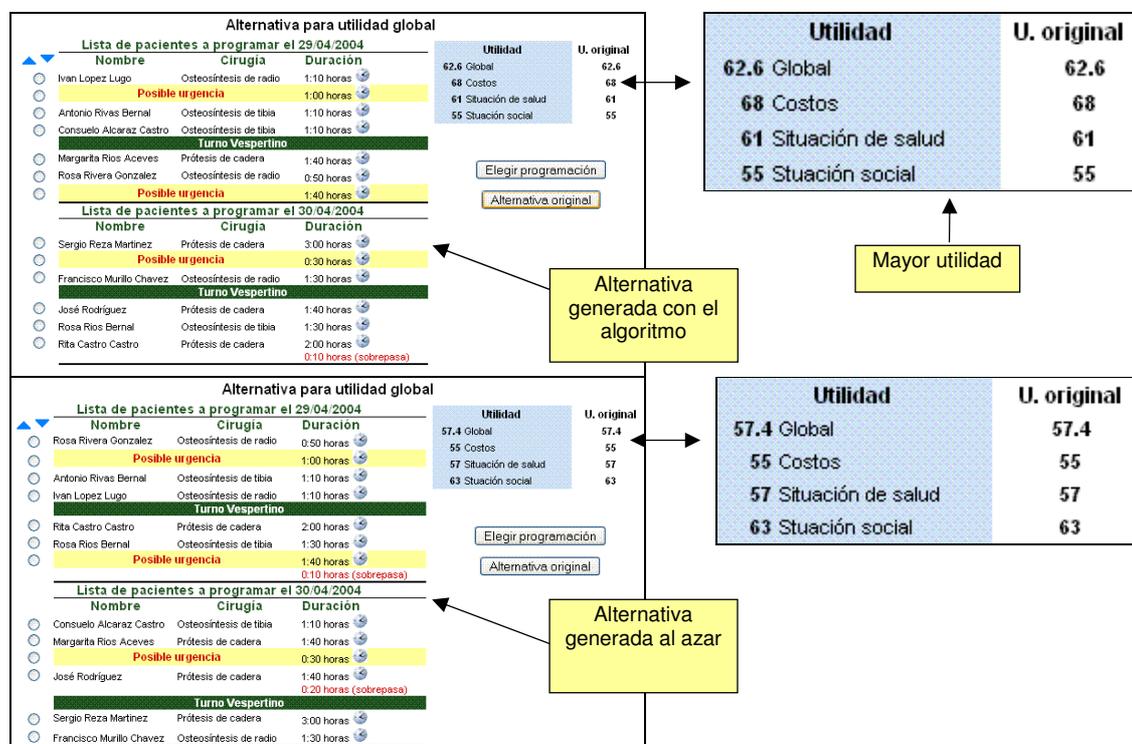


Figura 66. Muestra las utilidades obtenidas con el algoritmo original y con un ordenamiento al azar.

Esta prueba resultó satisfactoria, pues se logró comprobar que el algoritmo para generación de alternativas proporciona programaciones de cirugías suficientemente buenas, tal y como lo muestra su utilidad global, pues es mejor que la utilidad de la alternativa obtenida al azar, como se puede observar en la Figura 66. En este caso la utilidad global, utilidad en costos y utilidad en cuanto a situación de salud, de la alternativa generada con el algoritmo son mayores que sus correspondientes de la alternativa generada al azar, la única excepción es la utilidad en cuanto a situación social.

V.4.5 Modelo de análisis de alternativas de programación de cirugías

De acuerdo a los GDSS el modelo de análisis de decisiones es uno de los componentes más importantes, por lo que resulta muy importante validar su buen desempeño. Estas pruebas tienen como objetivo mostrar que por medio del modelo es posible analizar las diferentes opciones de programación de cirugías que se tienen, para conocer qué alternativa es mejor que otras en términos de los criterios generales de decisión, los cuales son: costos, situación de salud y situación social. El usuario de los aspectos del GDSS que estamos probando en esta sección, es el Jefe de Cirugía.

Prueba: Generan las alternativas de programación.

Resultado esperado: Verificar que cada alternativa tenga un valor referente a la utilidad global de dicha alternativa, además de utilidades en cuestión de salud, situación social y costo.

La realización de esta prueba ya se realizó indirectamente en pruebas pasadas, un ejemplo de esto se muestra en la Figura 64 en donde aparece que se generaron las alternativas indicando cuáles desplegar en pantalla y luego aparece la pantalla que muestra las alternativas generadas y las utilidades que se muestran para cada alternativa corresponden a las utilidades esperadas para esta prueba. Por lo tanto, el resultado de esta prueba es el esperado.

Prueba: Elegir un paciente con situación de salud crítica y moverlo de día, ya sea al siguiente o al previo.

Resultado esperado: La utilidad en cuanto a la situación de salud debe disminuir o aumentar, de acuerdo a si el paciente fue movido al día siguiente o al día previo respectivamente. La utilidad global también se debe modificar de acuerdo a los pesos que tenga en ese momento cada uno de los criterios.

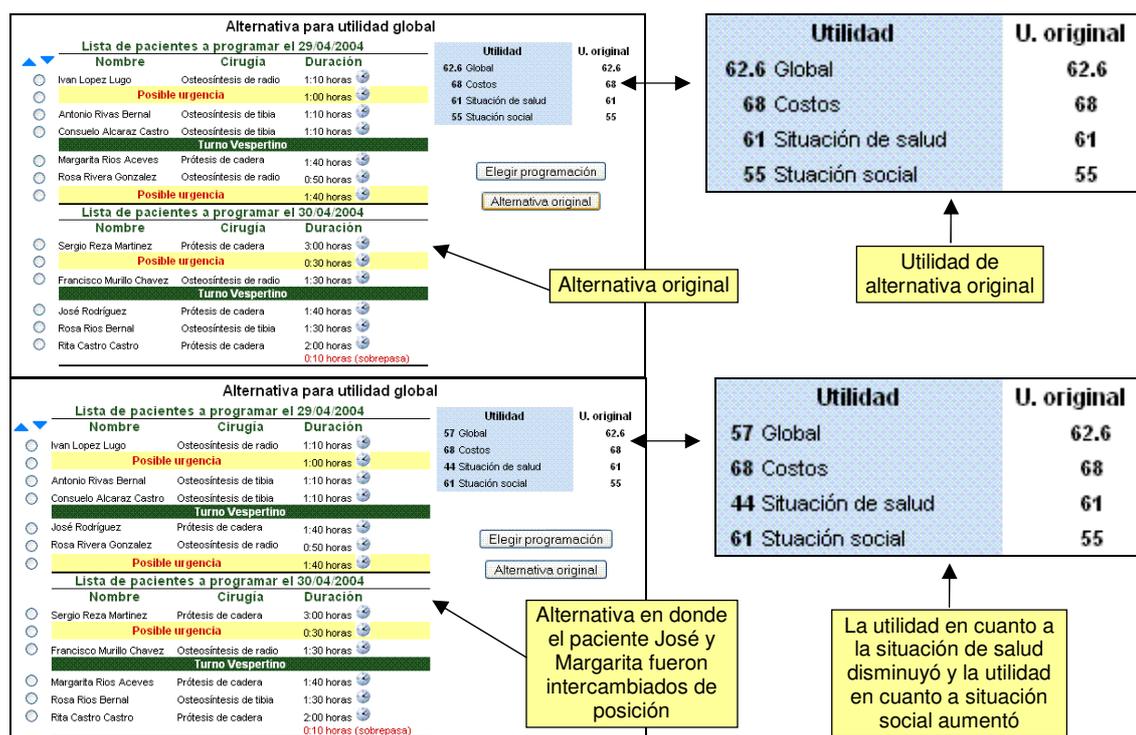


Figura 67. Muestra la variación en utilidades cuando se mueven los pacientes de un día para otro.

Los resultados de esta prueba fueron satisfactorios, pues la paciente con salud crítica elegida fue Margarita Ríos Aceves, quien tiene 32 años de edad. Margarita fue intercambiada con el paciente José Rodríguez, el cual presenta una salud moderada y tiene

67 años, es decir, se trata de una paciente considerado como de la tercera edad, por lo que se observa en la Figura 67 que la utilidad en cuanto a la situación de salud disminuyó y la utilidad en cuanto a la situación social aumentó; respecto a las utilidades de la alternativa original. Cabe resaltar que para cada alternativa se presentan dos utilidades, la utilidad del lado izquierdo representa la utilidad de la alternativa mostrada y la utilidad del lado derecho representa la utilidad de la alternativa original. Por lo tanto, cuando se acaban de generar las alternativas, las utilidades del lado derecho y del lado izquierdo son las mismas, pero cuando se genera un cambio a la alternativa, la utilidad del lado izquierdo se modifica, pero la utilidad del lado derecho se mantiene para que el Jefe de Cirugía tenga un punto de comparación, respecto que la alternativa que está generando él al hacer los movimientos.

Prueba: Registrar la utilidad global de cualquier alternativa y luego entrar a modificar los pesos de los criterios de decisión, reduciendo el peso que tiene el criterio en cuanto al costo.

Resultado esperado: La utilidad global previamente registrada de la alternativa debe cambiar, reflejando el nuevo peso del costo.

Como se puede observar en la Figura 68 a), se tenía una utilidad global de 62.6 cuando los pesos de los criterios eran 40 para el costo, 40 para la situación de salud y 20 para la situación social.

$$\text{Utilidad Global} = (68 \cdot .40) + (61 \cdot .40) + (55 \cdot .20) = 62.6$$

Una vez reducido a 20 el peso para el costo (Figura 68 b)), los demás pesos también deben ser modificados, pues el total de estos pesos siempre debe dar 100, por lo que en este caso aumentamos a 40 el peso del criterio social. Los resultados se ven reflejados en (Figura 68 c)):

$$\text{Utilidad Global} = (68 \cdot .20) + (61 \cdot .40) + (55 \cdot .40) = 60$$

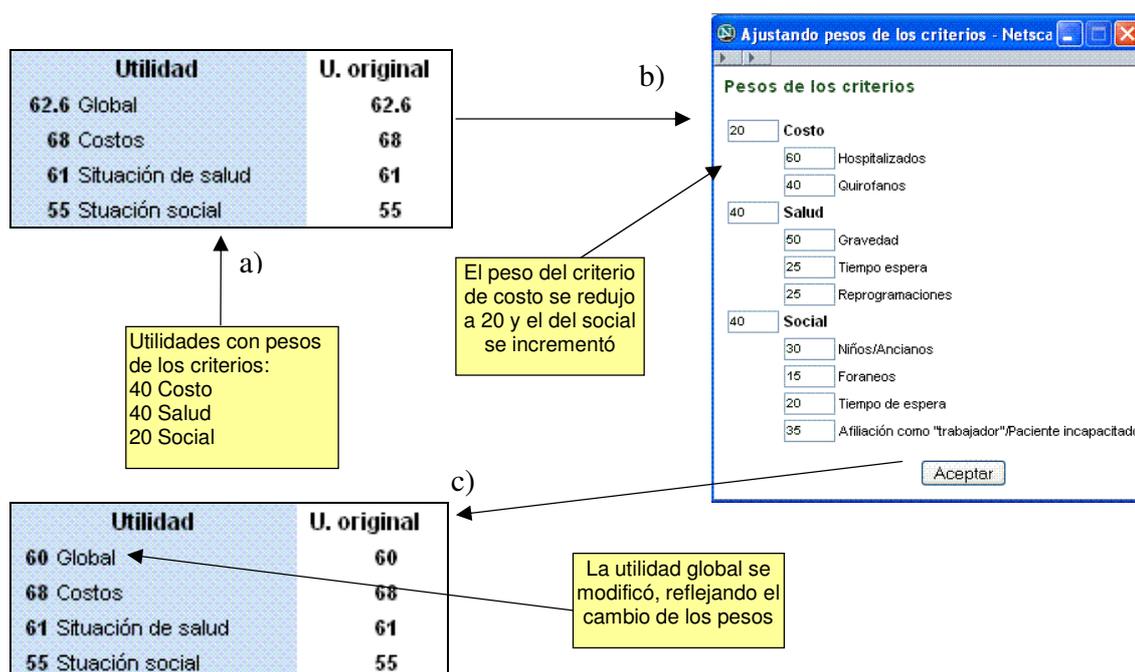


Figura 68. Muestra cómo se modifica la utilidad global cuando se cambia el peso del criterio del costo y del social.

V.4.6 Modelos para estimación de incertidumbres

En este conjunto de pruebas nos limitamos a probar que los modelos para estimación de las incertidumbres (duración aproximada de cirugía, llegadas de urgencias y pronóstico de uso de material) se están tomando en cuenta para la programación de cirugías, ya que para probar que los modelos para la estimación de las diferentes incertidumbres del problema de programación de cirugías de traumatología, están siendo efectivos se requeriría de utilizarlos por un período significativo de tiempo para medir ciertas variables.

Prueba: Introducir los datos para la pre-programación de cirugías de los pacientes.

Resultado esperado: Debe aparecer la duración aproximada para dicha cirugía y debe registrarse la pre-programación con esa duración.

Programación de cirugías de traumatología

Hospital público

Datos para la pre-programación del paciente

Afiliación: 2194760781
 Agregado: 1M1976OR
 Nombre: Rosendo Reyes Alvarado
 Número de cama: 0
 Foráneo: No
 Médico que solicita: Félix Campos Ramírez
 Requiere ser operado por dicho médico: No
 Cirugía: Osteosíntesis de Tibia
 Gravedad: Estable
 Incapacitado: No
 Duración: 1:30 minutos
 Fecha: 30/04/2004
 Hora de inicio: 12:10 minutos

Duración aproximada de dicha cirugía

Solicitar horarios disponibles

Registrar pre-programación

Los datos del paciente se registran en la pre-programación, incluyendo la duración aproximada de la cirugía

Nombre	Cirugía	Duración
Sergio Reza Martinez	Prótesis de cadera	3:00 horas
Rosendo Reyes Alvarado	Osteosíntesis de tibia	1:30 horas
Francisco Murillo Chavez	Osteosíntesis de radio	1:30 horas
Consuelo Farias Alcaraz	Osteosíntesis de tibia	1:10 horas
Rita Castro Castro	Prótesis de cadera	2:00 horas

Verificar exámenes pre-anestésicos

Figura 69. Muestra que se está tomando en cuenta el modelo para estimar la duración de cirugías y que se registro dicho duración en la pre-programación.

En la Figura 69 aparece que la duración aproximada de cirugía sugerida por el modelo de estimación de incertidumbres, es tomada en cuenta y además es registrada en la pre-programación.

Prueba: Solicitar los horarios disponibles para la pre-programación de cirugías. Esta, es una de las actividades que la Secretaria puede hacer por medio del GDSS.

Resultado esperado: Debe aparecer el número de urgencias que podrían ocurrir ese día, la duración de éstas y la hora en que podrían suceder.

The figure illustrates a medical scheduling system interface. It is divided into three main sections:

- Formulario de Datos para la pre-programación del paciente:** Contains fields for patient information (Afiliciación: 2194760781, Agregado: 1M1976OR, Nombre: Rosendo Reyes Alvarado, Número de cama: 0), medical details (Foráneo: No, Médico que solicita: Félix Campos Piñeréz, Requiere ser operado por dicho médico: No), surgery details (Cirugía: Osteosíntesis de Tibia, Gravedad: Estable, Incapacitado: No), and scheduling details (Duración: 1:00 minutos, Fecha: 30/04/2004, Hora de inicio: 12:10 minutos). A yellow callout box points to a "Botón para solicitar horarios disponibles" and a "Registrar pre-programación" button.
- Calendario de Programación de cirugías de tra...:** A calendar for Tuesday, 25/08/2004, showing a schedule of activities. The "Turno Matutino" includes surgery (8:00-9:20), cleaning (9:20-9:40), surgery (9:40-11:03), cleaning (11:03-11:23), free time (11:23-13:40), and cleaning (13:40-14:00). The "Turno Vespertino" includes surgery (14:00-15:45), "Posible Urgencia" (15:45-18:20), cleaning (18:20-18:40), surgery (18:40-19:50), and cleaning (19:50-20:10). A yellow callout box points to the "Posible Urgencia" slot with the text: "Se muestra el número de urgencias que podría suceder ese día, la duración y la hora en que podrían ocurrir".
- [JavaScript Application] Error Message:** A dialog box with a warning icon and the text: "No es posible pre-programar en días y horas no disponibles". A yellow callout box points to it with the text: "Indica cuando no se puede pre-programar en días y horas no disponibles".

Figura 70. Muestra las posibles urgencias que puede haber, la hora en que pueden suceder y la duración.

En la Figura 70 se muestra cómo se toman en cuenta las posibles urgencias, ya que al momento de registrar la pre-programación si se diera el caso de querer pre-programar en un día y hora no disponibles, el GDSS manda un mensaje indicando que no es posible pre-programar en días y horas no disponibles.

Prueba: De la lista de opciones de la Jefa de Ceye solicitar el pronóstico de uso de material, luego elegir el material que se desea predecir su necesidad y el período en el cual quiere conocer dicha necesidad. Entonces con base en esto realizar el pedido de dicho material.

Resultado esperado: El GDSS debe mostrar la cantidad de material que debería ser pedida de acuerdo a la necesidad estimada, a la existencia y a su experiencia.

Programación de cirugías de traumatología

Hospital público

Datos para predecir la necesidad de material y realizar el pedido

Clave del material

Período

Material en existencia **5 piezas**

Cantidad sugerida para pedido de material **15 mas menos 3**

Pedido por piezas

Figura 71. Muestra la realización del pronóstico de material y cómo es tomado en cuenta para llevar a cabo el pedido del mismo.

La realización de esta prueba se considera satisfecha, pues gracias al pronóstico de pedido que se realiza del material, la Jefa de Ceye puede estimar el número de piezas para el pedido, tal y como se muestra en la Figura 71. Sin embargo, por simplicidad en este momento sólo es considerado –para la estimación– el período de un mes, pues como ya se ha mencionado anteriormente el período que abarcaban los datos tomados en cuenta para construir los modelos de estimación de incertidumbres, fue de 3 meses.

Una vez realizadas todas las pruebas y obtenidos todos los resultados, se realiza un análisis de dichos resultados. En la siguiente sección se presenta el análisis de los resultados.

V.5 Discusión de los resultados de la etapa de pruebas

La realización de las pruebas presentadas tienen como objetivo asegurar que el GDSS desarrollado cumple con los requerimientos resultantes de la metodología, al ser aplicada sobre un escenario real, tal y como lo es la programación de cirugías de traumatología. Es por esto que todas las pruebas están orientadas a probar los principales requerimientos que sugirió la metodología.

A lo largo de las pruebas, hemos podido observar que el GDSS desarrollado posee la funcionalidad requerida, pues sólo fueron detectadas algunas limitaciones. Afortunadamente estas limitaciones no tienen que ver con la funcionalidad básica del prototipo, sino mejorar la usabilidad del mismo. Como por ejemplo, al tener que teclear la clave del material, en lugar de seleccionar su nombre de una lista desplegable. Por otro lado, debido a la limitación que se hizo del problema, el haber analizado información para la estimación de incertidumbres, correspondiente al período de 3 meses, no aporta mucha confiabilidad en la predicción y flexibilidad en la elección de períodos de predicción. Sin embargo el objetivo es mostrar cómo se realizó esto y cómo fue tomado en cuenta al construir el GDSS, para que una vez que se tenga el análisis de períodos más grandes de tiempo e incluso almacenar estos datos históricos para la construcción de una memoria

organizacional, se tengan las bases para hacerlo funcional rápidamente. También, cabe mencionar que los datos de entrada no se validaron.

Por último, podemos concluir que el GDSS desarrollado cumple con los requerimientos especificados para su construcción, como por ejemplo: de coordinación necesarios en esta decisión grupal particular, además de que provee la información requerida en cada estado por el que pasan los roles, de manejo de información necesaria, de manejo de modelos de decisión, además de que también ofrece soporte en ciertos aspectos del flujo de trabajo que se requieren.

Una vez que se conocen los detalles de las pruebas de funcionalidad realizadas al GDSS, enseguida se describe la evaluación preliminar efectuada al GDSS con los usuarios.

V.6 Evaluación preliminar

Esta evaluación tiene como objetivo conocer la opinión de los usuarios acerca de la utilidad y soporte a la decisión del GDSS desarrollado para ayudar en la toma de decisiones en la programación de cirugías de traumatología, y por lo tanto para validar de forma indirecta, la metodología que fue la base para la obtención de requerimientos para el desarrollo del GDSS.

V.6.1 Actividades realizadas

Para llevar a cabo esta evaluación, se presentó el sistema a los principales roles involucrados en la programación de cirugías de traumatología, es decir al Jefe de Cirugía y a la Jefa de Ceye. La evaluación se llevó a cabo de forma separada, en una única sesión de aproximadamente 45 minutos para cada usuario, haciendo uso de una grabadora; en donde en primer lugar se les dio a conocer el objetivo de la evaluación para lo cual deberíamos conocer qué aspectos consideraban de utilidad y qué aspectos mejorarían o cambiarían al GDSS. El sistema se mostró usando una sólo máquina y al finalizar se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cree que el GDSS sería de utilidad para la programación de cirugías?, ¿Cree que permitiría disminuir los problemas que se tienen?, ¿Qué le faltaría al GDSS? y ¿Considera fácil su uso?.

V.6.2 Resultados

Una vez realizada la sesión de evaluación se analizó la información obtenida para cada rol, la cual se integró tanto por información acerca de lo cuestionado, como por datos adicionales que surgieron en el momento. Esta información se presenta de manera condensada en la Tabla XX, en donde aparecen los tópicos discutidos y la opinión que cada rol expresó para cada uno.

Tabla XX. Condensado de los resultados obtenidos en la evaluación preliminar del GDSS.

Tópico	Jefe de Cirugía	Jefa de Ceye
Utilidad	Lo considero útil	Lo considero útil
Manejo de información	El manejo de información es completo	Maneja información suficiente
Manejo de incertidumbre	El manejo de las incertidumbres es muy útil para la decisión	El manejo de las incertidumbres es muy útil para la decisión
Facilidad de uso	Se adapta a la forma de trabajo	Considero sencillo el uso del sistema
Soporte a la decisión	Permitiría alcanzar objetivos	Permitiría alcanzar objetivos
Mejoras	Considerar registros históricos de 5 o más años	Manejar más información

Enseguida se describe a qué se refiere cada uno de los tópicos y se presentan los comentarios textuales de cada uno de los roles.

V.6.2.1 Utilidad

Este tópico se refiere a –de forma global- qué tan útil podría ser el sistema. Los siguientes son los comentarios principales generados:

“Este sistema entre otras muchas cosas, me sirve para justificar ante mis superiores cuando el objetivo en la oportunidad quirúrgica no se está cumpliendo, pues si las urgencias en cierto período son muy frecuentes el sistema lo mostrará”.

Jefe de Cirugía

“Nos ayuda a no perder tiempo también al programar cirugías”. “Si nos sirve porque nos ayuda a justificar desde cuándo se hizo el pedido de material”.

Jefa de Ceye

V.6.2.2 Manejo de información

Representa si se toma en cuenta la información necesaria para el soporte a la decisión en la programación de cirugías de traumatología.

“El GDSS considera de forma completa la información necesaria para la programación”.

Jefe de Cirugía

“Así el pedido de material quedaría registrado y no se perdería ninguno”. “Me parece bien la información que maneja el sistema, aunque nos gustaría también poder tener control sobre el material esterilizado”.

Jefa de Ceye

V.6.2.3 Manejo de incertidumbre

Representa la opinión que tienen los usuarios acerca de tomar en cuenta las incertidumbres en el problema.

“Siento que sí nos sería de mucha utilidad, sobre todo porque la forma en como el sistema estima las incertidumbres está basado en un comportamiento de las situaciones anteriores y no simplemente en analizarlas y obtener promedios fijos”.

Jefe de Cirugía

“Nos ayuda a dar una respuesta más certera al paciente que pregunta por su material, en cuanto a poderle decir de forma más aproximada cuándo podría llegar su material”.

Jefa de Ceye

V.6.2.4 Facilidad de uso

Se refiere a si consideran sencillo o no el uso del sistema, teniendo en cuenta si su forma actual de trabajo se encuentra representada.

“Siento que me adaptaría fácilmente a utilizarlo, pues contiene la información que yo uso para programar, pero además todo está más organizado y me brinda herramientas que no tenía como las utilidades que muestra para cada alternativa de programación”.

Jefe de Cirugía

“A mí me gustaría un sistema como este, pues veo mucho más sencillo llevar el control del material por medio del sistema, que por medio de las libretas que nosotras tenemos que manejar”.

Jefa de Ceye

V.6.2.5 Soporte a la decisión

Representa si consideran que el GDSS brinda un soporte efectivo a la decisión.

“Así como está el sistema veo muy probable que la lista de espera se nos reduzca y que lleguemos a cumplir con el objetivo de la oportunidad quirúrgica, al menos en ciertos períodos del año”.

Jefe de Cirugía

“Nos ayuda a no perder tiempo también a la hora de programar cirugías”.
“Veo que por medio del sistema sería más oportuno el abastecimiento del material de osteosíntesis necesario para las cirugías”.

Jefa de Ceye

V.6.2.6 Mejoras

Este tópico se refiere a las mejoras que proponen los usuarios al GDSS.

“Si se tuvieran los registros por 5 o más años se podría apreciar mejor el comportamiento de las diferentes épocas del año, días de la semana y horas del día”.

Jefe de Cirugía

“Me gustaría que se pudiera llevar el control del material que ya se esterilizó”.

Jefa de Ceye

V.6.3 Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, específicamente en cuanto al soporte a la decisión, El Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye expresaron que los mecanismos de decisión proporcionados son adecuados de acuerdo al soporte requerido. Por ejemplo, el Jefe de Cirugía estima útil que algunas incertidumbres sean tomadas en cuenta y cree factible alcanzar objetivos; aunque sugiere tomar en cuenta registros históricos de un período más amplio de tiempo. En cuanto a esto, podemos decir que dado que el GDSS aún es un prototipo, algunos elementos fueron delimitados al desarrollar el GDSS, tal y como se menciona en el Capítulo IV, pues el objetivo fue sólo mostrar la forma en que se pueden estimar estas incertidumbres.

Por otro, la Jefa de Ceye expresó como necesario que el GDSS le permitiera llevar un control más completo del material, para tener registrado qué material que se encuentra esterilizado. Al analizar esta petición se pudo concluir que este tipo de información no repercute directamente en la decisión que se debe tomar, pues una vez que el material está en existencia, puede ser esterilizado en pocas horas.

Finalmente, tanto el Jefe de Cirugía como la Jefa de Ceye, expresaron aceptación por el GDSS, haciendo énfasis en los beneficios que se tendrían con el soporte brindado al problema de decisión en la programación de cirugías de traumatología, así como en que el GDSS refleja la forma en como ellos trabajan. Lo anterior nos permite sustentar que la metodología ayuda -por medio de sus actividades- en la identificación del soporte apropiado al problema de decisión estudiado tomando en cuenta los aspectos técnicos, sociales y organizacionales de la decisión. En este caso, en la identificación del soporte apropiado para la programación de cirugías de traumatología.

V.7 Resumen

A lo largo de este capítulo se mostraron las pruebas realizadas al GDSS desarrollado con el fin de validar su funcionalidad. Estas pruebas fueron definidas a partir de los requerimientos producidos al aplicar la metodología creada y presentada en este trabajo de tesis. Al realizar las pruebas al GDSS se observó que efectivamente proporciona soporte a los requerimientos presentados por la metodología. Los casos específicos para las pruebas fueron extraídos del problema de decisión en la programación de cirugías de traumatología,

para los cuales el GDSS presentó los resultados esperados, encontrándose algunas limitantes que tienen que ver elementos de usabilidad y no con la funcionalidad.

También, en este capítulo se describió la evaluación preliminar del GDSS realizada con el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye, el objetivo de esta evaluación y las actividades que se llevaron a cabo para su realización. Los resultados principales que se obtuvieron reflejan una buena aceptación del GDSS, ya que tanto el Jefe de Cirugía como la Jefa de Ceye consideran que el soporte proporcionado por el GDSS es útil para la decisión en la programación de cirugías, además de que su forma de trabajo se ve reflejada, al considerar los aspectos técnicos, sociales y organizacionales existentes en la programación de cirugías.

Capítulo VI. Conclusiones, Aportaciones y Trabajo Futuro

VI.1 Conclusiones

Los Sistemas de Soporte a Decisiones (DSS por sus siglas en inglés) han surgido para ayudar en la tarea de tomar decisiones. Diferentes elementos determinan la efectividad del soporte, dentro de los cuales los principalmente tomados en cuenta son los que forman el aspecto técnico del problema, tales como la información manejada, la que se necesita producir, los modelos de decisión adecuados y el proceso de decisión que guiará las actividades dentro del DSS. En este trabajo se presentó una propuesta de cómo lograr una visión más completa de los problemas de decisión, tomando en cuenta también aspectos sociales y organizacionales del problema, desde el momento en que se está estudiando el problema de decisión hasta que se busca una solución adecuada al problema, principalmente cuando se trata de diseñar DSS para grupos, es decir, GDSS.

Además, al realizar una revisión de literatura relacionada con el soporte existente para la toma de decisiones, pudimos darnos cuenta que se requieren herramientas más adecuadas que permitan estudiar y analizar el proceso de decisión grupal. Por lo que, se requiere tomar en cuenta las inquietudes de los individuos participantes en la decisión, sus interacciones, la coordinación necesaria al llevar a cabo la decisión grupal, la estructura de la organización, los objetivos de decisión personales –además de los grupales-, las incertidumbres, etc.

Basado en lo anterior, surgió el elemento principal de este trabajo de tesis, el cual es una metodología para estructurar y coordinar adecuadamente el proceso de toma de decisiones grupales (tomando en cuenta los aspectos técnicos, sociales y organizacionales). Asimismo se sugiere el soporte adecuado, que puede ser desde una simple capacitación de la forma en que se debe realizar el proceso de decisión hasta requerimientos genéricos para la construcción de un GDSS; todo esto, basándose en una integración de técnicas de ingeniería de procesos y en los métodos de toma de decisiones existentes.

Dicha metodología se ilustró con su aplicación a un caso de estudio realizado en un hospital de la localidad en el área de traumatología, específicamente en el problema de decisión inmerso al programar cirugías. El caso de estudio tuvo dos funciones, ya que en primer lugar permitió enriquecer la metodología con elementos de un problema de decisión grupal real y en segundo lugar permitió explicar las fases, actividades y productos de la metodología.

La metodología fue creada con base en el caso de estudio y una revisión exhaustiva de literatura, en este sentido la realización del caso de estudio fue muy importante, ya que

proporcionó datos importantes para la metodología que no fueron encontrados al examinar la literatura. Ejemplos de estos son: la existencia de estructuras grupales de decisión diferentes a las clasificadas en la literatura, la mala organización de la información que será usada para estimar las incertidumbres, la existencia de objetivos que en realidad no son tomados en cuenta al momento de tomar las decisiones, etc.

Teniendo en cuenta que por medio de la metodología se estudió el problema de decisión existente al programar cirugías, se logró identificar los aspectos técnicos, sociales y organizacionales de dicha situación, tales como: los roles, sus interacciones, responsabilidades, preocupaciones, coordinación, información manejada, etapas de la decisión, modelos, incertidumbres, la información requerida para estimar estas incertidumbres, objetivos y criterios particulares y globales; a partir de los cuales el GDSS se desarrolló. Por lo tanto, para validar la metodología creada se desarrolló un prototipo a partir de los requerimientos genéricos arrojados por ésta y posteriormente se probaron algunas características de dicho prototipo.

De manera general, el prototipo desarrollado está orientado a brindar soporte a los roles que intervienen en la toma de decisiones de la programación de cirugías de traumatología (en este caso el Jefe de Cirugía, la Jefa de Ceye y la Secretaria), la coordinación del grupo, la decisión, el manejo de modelos de decisión, la generación de alternativas, la estimación de incertidumbres, el manejo de información como el material, pacientes, médicos, etc.

Para asegurar que el GDSS desarrollado cumple con los requerimientos resultantes de la metodología, se realizaron pruebas de funcionalidad al prototipo. Al realizar estas pruebas pudimos constatar que el GDSS posee la funcionalidad requerida.

Al realizar la evaluación con los usuarios nos dimos cuenta que ellos si consideran de utilidad al prototipo, ya que ven representada la forma en que trabajan, además de que consideran que el GDSS les proporciona herramientas útiles para alcanzar sus objetivos de decisión y brindar un mejor servicio a los pacientes.

Al analizar los resultados de la evaluación con los usuarios, podemos concluir que la metodología puede ser una herramienta efectiva para el estudio de procesos de decisiones grupales, para obtener los aspectos técnicos, sociales y organizacionales y para sugerir un soporte adecuado a dicha situación.

A lo largo de la realización de este trabajo de tesis se tuvieron algunas aportaciones, las cuales se describen en la siguiente sección.

VI.2 Aportaciones

A partir del objetivo de esta tesis que fue: *“Establecer las bases de una metodología para la toma de decisiones con enfoque a la ingeniería de procesos como base para el desarrollo de sistemas de soporte grupales, con una perspectiva socio-técnica en las fases*

de formulación y estructuración del problema de decisión”; se derivaron las siguientes aportaciones:

- Por medio del caso de estudio realizado y la revisión de la literatura, al hacer uso de técnicas extraídas de la IP para analizar el problema de decisión, las etapas y los productos de la metodología, aseguran el tomar en cuenta el aspecto social y organizacional de la situación de decisión, tales como estudiar fuertemente a los tomadores de decisión, sus actividades, la participación con otros tomadores de decisión, información que manejan, objetivos personales al tomar la decisión y principalmente sus preocupaciones y puntos de vista.
- La metodología también contempla el estudiar en todo momento el aspecto grupal, elemento que no es cubierto de manera adecuada por los *procesos de decisión* actuales ni tampoco en documentación relacionada con el *análisis de decisiones*. Dentro de la metodología, el grupo es tomado en cuenta al estudiar la interacción entre cada uno de los involucrados, en qué momento se da dicha interacción, las responsabilidades de cada involucrado, los acuerdos tomados, los objetivos grupales, el impacto de las actividades de un rol sobre otro, la información manejada por cada uno y el flujo de información que se realiza entre ellos al llevar a cabo sus actividades dentro de la decisión.
- Como parte de la metodología, se crearon actividades que ayudan en la identificación del soporte más adecuado al problema de decisión estudiado, tomando en cuenta los aspectos estudiados como el técnico, social y organizacional. Dicho soporte puede constar desde dar a conocer al grupo tomador de decisión una guía para la toma de decisiones efectiva, hasta proporcionar un conjunto de requerimientos de alto nivel para el desarrollo de un GDSS.
- Definición y adecuación de técnicas de modelado de procesos para analizar el aspecto de decisión. Con el fin de estructurar el problema de decisión, se proporcionaron también técnicas de modelado orientadas a estructurar y analizar elementos de decisión. Aunque ya existían técnicas de modelado como los Diagramas de Influencia, se encontró que por medio de éstos sólo se representan pocos elementos de la decisión. Por lo tanto, se propusieron las técnicas de los Modelos Globales de Decisión y los Diagramas Detallados de Decisión que permiten representar elementos de la decisión necesarios para un análisis más completo.
- Modelo de decisión. A partir de la información recabada por medio de la aplicación de la metodología al caso de estudio de la programación de cirugías de trauma, hemos obtenido un modelo de decisión que toma en cuenta información, como objetivos, criterios de decisión, prioridades de los pacientes en cuanto a éstos, y realiza estimaciones que actualmente no son tomadas en cuenta en el proceso actual, como incertidumbres de duración de cirugías, llegadas de urgencias y disponibilidad de material, basadas en registros históricos.

- Modelo de coordinación. Con el fin de tener una adecuada estructura al llevar a cabo el proceso de toma de decisiones existente en la programación de cirugía de traumatología, por medio de la metodología hemos estudiado cómo se coordinan el Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye para tomar la decisión grupal y con base en eso, identificado las actividades que debe realizar cada uno, la información que manejan, la interacción que llevan a cabo y en qué momento. De tal forma que, de no ser desarrollado un GDSS, la iniciativa de implantar la práctica de este modelo de coordinación y del modelo de decisión, brindaría por si mismos efectividad y adecuado soporte al proceso actual de programación de cirugías.
- El prototipo del GDSS también es considerado, ya que al igual que el modelo de decisión y el modelo de coordinación, es un producto directo de la aplicación de la metodología al caso de estudio, que incluye los aspectos técnicos, sociales y organizacionales existentes en la programación de cirugías de traumatología.
- Por último, por medio de la metodología se identifican elementos específicos en los cuales hay que poner especial atención al estudiar un problema de decisión, ya que son la base para sugerir mejoras desde el punto de vista de la decisión.

VI.3 Trabajo Futuro

Los objetivos propuestos en el presente trabajo de tesis han sido alcanzados, sin embargo a lo largo de su desarrollo han surgido algunas inquietudes que pueden ser abordadas en estudios futuros, de las cuales las más importantes se presentan a continuación:

- Trabajar en el refinamiento de la fase de estructuración del modelo de decisión, debido a que la amplia diversidad de problemas de decisión que se presentan no permitió ser más específicos en la guía sugerida.
- Utilizar la metodología creada sobre más casos de estudio, en áreas diferentes a la realizada, con el fin de refinarla y validar su utilización en ámbitos distinto al del caso estudiado, por ejemplo en una situación en donde los tomadores de decisión tengan el mismo nivel de responsabilidad.
- Dado que el problema de decisión al cual brinda soporte el GDSS desarrollado fue acotado en algunos aspectos, debido a la falta de información y prácticas en el caso estudiado; se propone mejorar el prototipo buscando que éste pueda ser completamente operable para el problema de programación de cirugías de traumatología. Así, se propone:
 - Generar información consistente en el hospital del caso de estudio, que permita manejar más incertidumbres que se presentan en el problema de decisión de la programación de cirugías, tales como: registros de consumo de material, tiempo de llegada de material de acuerdo a la fecha de pedido y a la cadena de abastecimiento.

- Implementar los módulos necesarios para que la información requerida acerca de llegadas de urgencias, ocurrencias de cirugías, duración de las mismas y las mencionadas en el punto anterior, se encuentre ya en la base de datos a manera de registros históricos y las predicciones necesarias sean realizadas a partir de la información almacenada; ya que hasta el momento el prototipo posee un mecanismo para predecir llegadas de urgencias, disponibilidad de material y una duración más aproximada de cirugías, basado en un estudio realizado de forma manual de un registro de 3 meses de estos acontecimientos, el cual se consultó de registros que se llevan a cabo en el hospital.
- Mejorar el prototipo en cuanto a que tome en cuenta todas las cirugías que se llevan a cabo y que se tome en cuenta también la posibilidad de realizar cirugías en otros quirófanos.
- Definir si el material de osteosíntesis será estandarizado o no de acuerdo a la cirugía y tomar esto en cuenta para manejar por medio del GDSS la relación cirugía-material.
- Implantar el prototipo en el hospital de la localidad para validar la utilidad del mismo sobre el ambiente real estudiado. Esto no fue posible, ya que para implantar en el hospital el prototipo desarrollado primero se requiere realizar cambios al propio proceso de programación de cirugías sugeridos por la metodología.
- Acotar la aplicación de la metodología y por lo tanto modificar las fases y actividades necesarias, para que en lugar de poder ser aplicada a cualquier problema de decisión se enfoque a cierto tipo de problemas, por ejemplo, problemas de decisión en ambientes médicos, rutas de transporte, etc. Esto con el fin de que pueda ser más específica en la guía proporcionada.
- Presentar la información recabada del problema de decisión en la programación de cirugías, al personal del hospital y principalmente a los dueños de los procesos.
- Propiciar en el hospital políticas de administración y utilización adecuada de la información, principalmente de información utilizada para el manejo de incertidumbres; ya que por ejemplo, los registros que tienen para estimar la posible llegada de urgencias, presentan mucha ambigüedad y en muchos casos están incompletos.

Literatura Citada

Aiken, M., Liu Sheng, O. y Vogel, D. 1991. Integrating Expert Systems With Group Decision Support Systems. *ACM Transactions on Information Systems*. 9(1): 75-95 p.

Al-Mashari, M. y Zairi, M. 1999. BPR implementation process: an analysis of key success and failure factors. *Business Process Management*. 5(1): 87-112 p.

Alter, S. L. 1990. *Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenge*. Addison-Wesley. Primera edición. Boston. 734 pp.

Anson, R., Bostrom, R.P. y Wynne, B. 1995. An experiment assessing group support system and facilitator effects on meeting outcomes. *Management Science*. 50(5): 11-55 p.

Ariav, G. y Ginzberg, M.J. 1985. DSS Design: a Systemic View of Decision Support. *Communications of the ACM*. 28(10): 1045-1052 p.

Bazerman, M.H. 2001. *Judgment in Managerial Decision Making*. Wiley Text Books. Quinta Edición. San Francisco. 192 pp.

Burgoon, M., Burgoon, J.K. y McCroskey, J. 1974. *Small Group Communication: A Functional Approach*. Holt, Reinhart and Winston. New York. 217 pp.

Cao, P. P., Burstein, F. V. 1999. An Asynchronous Group Decision Support Systems Study for Intelligent Multicriteria Decision Making. *Conference on System Sciences*. Hawaii. 1999. IEEE Computer Society. 1-9 p.

Clemen, R.T. 1991. *Making Hard Decisions: an introduction to decision analysis*. Duxbury Press. Primera edición. Florida. 289 pp.

Courtney, J. F. 2001. Decision making and knowledge management in inquiring organizations: toward a new decision-making paradigm for DSS. *Decision Support Systems*. 31(1): 17-38 p.

Curtis, B., Kellner, M.I. y Over, J. 1992. *Process Modeling*. *Communications of the ACM*. 35(9): 75-90 p.

Davenport, T.H. 1993. *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Harvard Business School Press. Boston. 337 pp.

DeSanctis, G. y Gallupe, R.B. 1987. A Foundation for the study of Group Decision Support System. *Management Science*. 20: 589-609 p.

- El-Najdawi, M.K. y Stylianou, A.C. 1993. Expert Support Systems: Integrating AI Technologies. *Communications of the ACM*. 36(12): 55-65 p.
- Flynn, P., Curran, K. y Lunney, T. 2002. A decision support system for telecommunications. *International Journal of Network Management*. 12: 69-80 p.
- Frankel, S. 1987. NGT + MDS: An application of the nominal group technique for ill-structured problems. *J. Appl. Behav. Sci.* 23: 543-551 p.
- French, S. 1998. Notas de curso de maestría: Analysis and Decision Support Systems. University of Manchester. No publicado.
- García Carrillo, F. 2001. Desarrollo de una arquitectura de coordinación de procesos organizacionales en Internet. Tesis de Maestría en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Departamento de Ciencias de la Computación. Ensenada Baja California México. 171 pp.
- Gorry, G. A. y Scott, M. S. 1971. A framework for management information systems. *Sloan Management Reviews*. 13(1): 50-70 p.
- Hammond, J.S., Keeney, R.L. y Raiffa, H. 1999. *Smart Choices: a practical guide to making better decisions*. Harvard Business School Press. Boston, Massachusetts. 244 pp.
- Harrison, E.F. 1975. *The Managerial Decision-Making Process*. Houghton Mifflin Company. Primera edición. Boston. 341 pp.
- Hillier, F.S. y Lieberman, G.J. 2002. *Investigación de Operaciones*. McGraw-Hill. Séptima edición. México. 1223 pp.
- Hirokawa, R.Y. 1992. Communication and group decision making efficacy. En: R.S. Cathcart, L.A. Samovar (eds.). "Small Group Communications: A Reader" 6th ed. W.C. Brown, Dubuque, IA, 165-177 p.
- Hunt, D.V. 1996. *Process Mapping: How to Reengineer Your Business Processes*. John Wiley & Sons. Inc. Nueva York. 274 pp.
- Keltner, J. 1989. Facilitation: catalyst for group problem solving. *Management Communication Quarterly*. 3: 8-31 p.
- Koubarakis, M. y Plexousakis, D. 2002. A formal framework for business process modeling and design. *Information Systems*. 27: 299-319 p.
- Lin, F., Yang, M. y Pai, Y. 2002. A generic structure for business process modeling. *Business Process Management*. 8(1): 19-41 p.

- Maier, N.R.F. y Hoffman, L.R. 1960. Quality of first and second solutions in group problem solving. *Journal of Applied Psychology*. 44: 278-283 p.
- Mallach, E.G. 1994. *Understanding Decision Support and Expert Systems*. Richard D. Irwin, Inc. Burr Ridge, IL. 208 pp.
- Marakas, G. M. 2003. *Decision Support Systems in the 21st Century*. Prentice-Hall. Segunda Edición. New Jersey. 611 pp.
- Monk, A. y Howard, S. 1998. The Rich Picture: A Tool for Reasoning About Work Context. *Interactions*. 5(2): 21-30 p.
- Ofstad, H. 1961. *An Inquiry into the Freedom of Decision*. Norwegian Universities Press. Oslo. 15 pp.
- Ould, M.A. 1995. *Business Processes: Modelling and Analysis for Re-Engineering and Improvement*. John Wiley & Sons. Chichester. 216 pp.
- Power, D.J. 2002. *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Greenwood Publishing. Primera Edición. Westport. 272 pp.
- Power, D.J. 2001. Supporting Decision-Makers: An Expanded Framework. Informing Science Conference. Krakow, Poland. 2001. Cracow University. 431-436 p.
- Power, D.J. y Kaparathi, S. 1998. The Changing Technological Context of Decision Support Systems. En: Barkeley, D., Widmeyer, G., Brezillion, P. y Rajkovic, V. "Context-Sensitive Decision Support Systems". Chapman and Hall. London. 419-482 p.
- Pressman, R.S. 2001. *Software engineering: a practitioner's approach*. McGraw-Hill companies, Inc. Quinta edición. New York. 860 pp.
- Sauter, V.L. 1999. Intuitive Decision-Making. *Communication of the ACM*. 42(6): 109-115 p.
- Schmoldt, D. L. y Peterson, D. L. 2000. Analytical Group Decision Making in Natural Resources: Methodology and Applications. *Forest Science*. 46(1):62-75 p.
- Shim, J. P., Warkentin, M., Courtney, J. F., Power, D. J., Sharda, R. y Carlsson C. 2002. Past, present and future of decision support technology. *Decision Support Systems*. 33: 111-126 p.
- Simon, H.A. 1977. *The New Science of Management Decision*. Prentice-Hall. New Jersey. 175 pp.

Skinner, D.C. 1999. Introduction to Decision Analysis. Probabilistic Publishing. Segunda edición. Florida. 369 pp.

Spell, B. 2000. Profesional Java Programming. Worx Press Ltd. Birmingham. 1110 pp.

Sprague, R.H. y Carlson, E.D. 1982. Building effective DSS. Prentice-Hall. Primera Edición. New Jersey. 274 pp.

Sprague, R.H. y Watson, H.J. 1996. Decision Support for Management. Prentice-Hall. New Jersey. 579 pp.

Totton, K.A.E. y Flavin, P.G. 1996. An Overview of Computer Aided Decision Support. Chapman & Hall. Primera Edición. Norwell. 214 pp.

Turban, E. 1995. Decision Support and Expert Systems Management Support Systems. Prentice-Hall International, Inc. Cuarta Edición. London. 887 pp.

Vogel, D.R. y Nunamaker, J.F. 1990. Group decision support system impact: multi-methodological exploration. Information and Management. 18: 15-28 p.

Warboys, B., Kawalek, P., Robertson, I. y Greenwood, M. 1999. Business Information Systems: a Process Approach. McGraw-Hill Publishing Company. London. 262 pp.

Wastell, D.G., White, P. y Kawalek, P. 1996. A methodology for business process redesign: experiences and issues. Technical Report, Information Process Group, Department of Computer Science. Universidad de Manchester, Manchester.

Ligas de Internet citadas

Arsham, 2004 Sitio del Profesor Hossein Arsham en donde publica varias de sus investigaciones. URL: <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/>

Baudry. 2004. Enlace donde una universidad de Francia expone trabajos. URL: <http://www.univ-tours.fr/ed/edsst/comm2002/audry.pdf>

Bohanec. 2004. Sitio de publicaciones de Marko Bohanec. URL: <http://www-ai.ijs.si/MarkoBohanec/pub/WhatDS.pdf>

Dillon. 2004. Enlace donde publican documentos de la universidad de Auckland. URL: <http://www.esc.auckland.ac.nz/Organisations/ORSNZ/conf33/papers/p61.pdf>

Methods. 2004. Sitio que contiene formas de obtener información de individuos. URL: http://www.transitioncoalition.org/assessing/book03/afs_part02.htm#Behavioral

Power. 2004. Sitio en donde se encuentra un artículo en línea acerca de la historia de los DSS. URL: <http://dssresources.com/history/dsshistory.html>

Apéndice A. Técnicas de modelado de procesos organizacionales y problemas de decisión

En este apéndice se dan a conocer algunas de las principales técnicas de modelado de procesos que se sugiere sean usadas a lo largo de la metodología y las técnicas de modelado de problemas de decisión creadas en esta tesis con el fin de estructurar el problema de decisión.

A.1 Gráfica Rica

La Gráfica Rica es una representación tipo caricatura que representa la estructura de contextos de trabajo, por medio de las personas involucradas en el trabajo, sus relaciones y preocupaciones. El objetivo de la Gráfica Rica es brindar una visión de alto nivel de la situación que se está estudiando (Monk y Howard, 1998).

De acuerdo a las perspectivas del modelado, por medio de las Gráficas Ricas se representa el aspecto funcional, organizacional e informacional, pero desde un nivel amplio y poco detallado. En la Tabla XXI se muestra la notación usada para su construcción.

Tabla XXI. Notación usada al construir Gráficas Ricas.

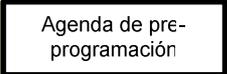
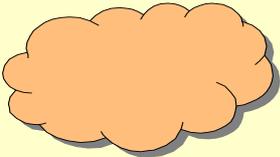
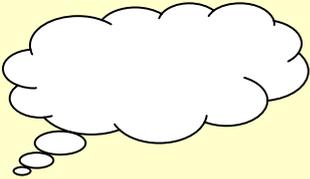
<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
<p>Se representa con el icono que se considere más apropiado. Ejemplo:</p> 	<p>Agentes: Personas involucradas en el proceso.</p>
<p>Se representa por medio de un rectángulo y texto que identifica al artefacto.</p>  <p>o también por medio de cualquier otra imagen representativa.</p> 	<p>Artefactos: Son salidas o entradas a las actividades. También incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Un flecha hacia un artefacto cuando éste es creado o modificado. * Una flecha desde el artefacto, si éste es referido en la interacción. * Una doble flecha si los dos toman lugar.
	<p>Actividades: Por medio de éstas se muestran las actividades que se llevan a cabo y por medio de líneas se asocian con el rol que lo lleva a cabo. Cada actividad está descrita por una pequeña oración, que está ligada (sin flechas) a los roles que participan en la actividad.</p>

Tabla XXI (continuación). Notación usada al construir Gráficas Ricas

	Preocupaciones o acciones de los roles.
---	---

En la Figura 72 se muestra un ejemplo de Gráfica Rica donde aparecen los agentes tales como: “paciente de consulta externa”, “secretaria de la jefatura de cirugía” y “traumatólogo de piso”. También por medio de la Gráfica Rica es posible representar las actividades que lleva a cabo cada agente, las cuales pueden ser realizadas por uno o más agentes; algunas de las actividades mostradas en la Figura 72 como ejemplo son: “Solicitar Programación”, “Determinar fecha tentativa de operación”, “Proporcionar fecha de operación”. En cuanto a los artefactos, aparece por ejemplo la forma 430200, de la cual se usan datos al solicitar programación de cirugías, por lo que la 430200 tiene una flecha hacia la actividad indicando que los datos contenidos en la forma son usados para llevar a cabo la actividad. Por último, también se muestran las preocupaciones de cada agente del proceso.

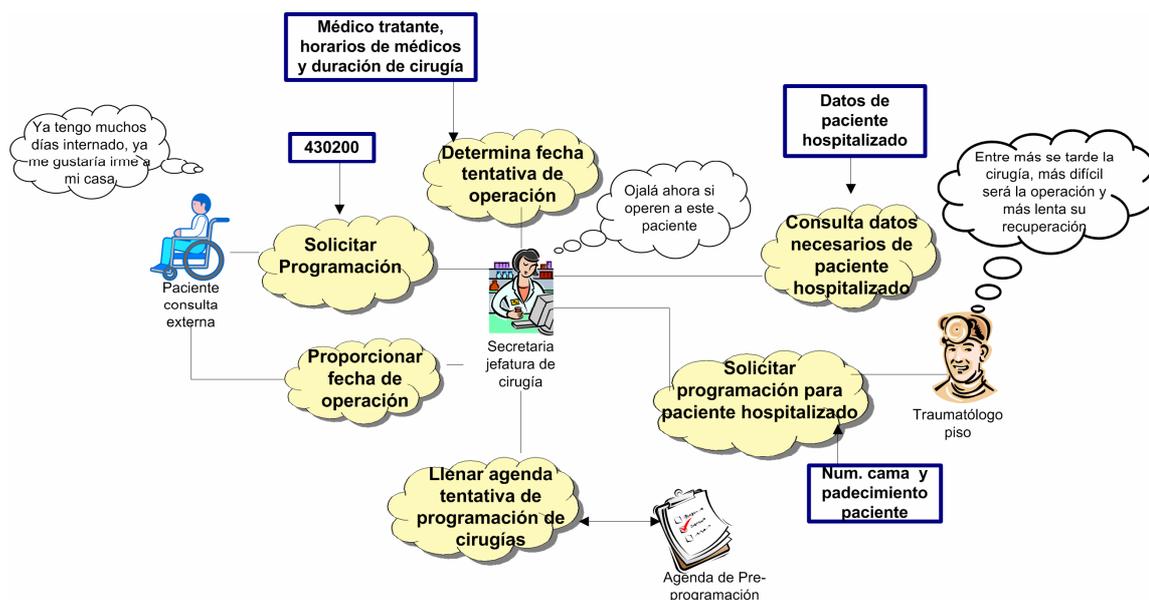


Figura 72. Ejemplo de Gráfica Rica de una parte del proceso de programación de cirugías de traumatología.

A.2 IDEF0

IDEF0 es una técnica de mapeo de procesos basada en una combinación de gráficas y texto, que son presentadas en una forma organizada y sistemática para obtener entendimiento, soporte para el análisis, proporciona lógica para cambios potenciales, específica soporte para la integración de actividades. Un modelado de procesos por medio

de IDEF0 está compuesto de una serie jerárquica de diagramas que gradualmente despliegan niveles de mayor detalle, describiendo las funciones y las interfaces del proceso (Hunt, 1996).

Si lo que se requiere es modelar el aspecto funcional y el de comportamiento de un proceso el IDEF0 es una técnica totalmente adecuada. La notación para la construcción de IDEF0 se muestra en la Tabla XXII.

Tabla XXII. Notación usada para modelar procesos usando IDEF0.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Actividad: Proceso o transformación identificada por un verbo o frase verbal que describe lo que debe ser cumplido. Es modelado por una caja.
	Entradas. Es todo aquello consumido o transformado por el proceso. Por ejemplo: materiales, información, capital, energía, etc. Las flechas de entrada se ubican en la parte izquierda de la caja.
	Mecanismos. Recursos utilizados para producir la salida (usada por los procesos). Por ejemplo: personal, sistemas, equipos, etc. Se modela por medio de los nombres de los mecanismos y flechas entrantes a la caja de actividad en la parte de abajo.
	Controles. Son las políticas organizacionales, criterios externos, todo aquello que permita tener el control del proceso, o sea, los criterios que se deben tomar en cuenta para que se lleve a cabo el proceso. Por ejemplo: lineamientos, reglas de negocio, políticas organizacionales, etc. Se modela por medio de los nombres de los controles y flechas entrantes a la caja de actividad en la parte de arriba.
	Salida. Son los resultados del proceso, de cierta forma, una entrada transformada. Por ejemplo: materiales, información, etc. Las flechas de salida están asociadas a la parte derecha de una caja.

En la Figura 73 se puede observar cómo es que se van dando los diagramas jerárquicos para representar los procesos de forma más detallada.

En la Figura 74 se muestra un IDEF0 nivel 0 y en la Figura 75 parece el IDEF0 nivel 1 correspondiente a la Figura 75. Estos IDEF0 corresponden al proceso de Ordenamiento de Exámenes de Laboratorio y de Radiología, el cual consiste en que, para solicitar exámenes de laboratorio y de radiología, el traumatólogo llena la forma correspondiente y se la da al paciente. El paciente la lleva al departamento correspondiente, junto con su carnet de citas, ahí le asignan fecha para sus exámenes y el paciente debe presentarse en dicha fecha con su carnet en mano, le practican los exámenes y le dan fecha para recogerlos. Los resultados de los exámenes los recoge el día que le señalan.

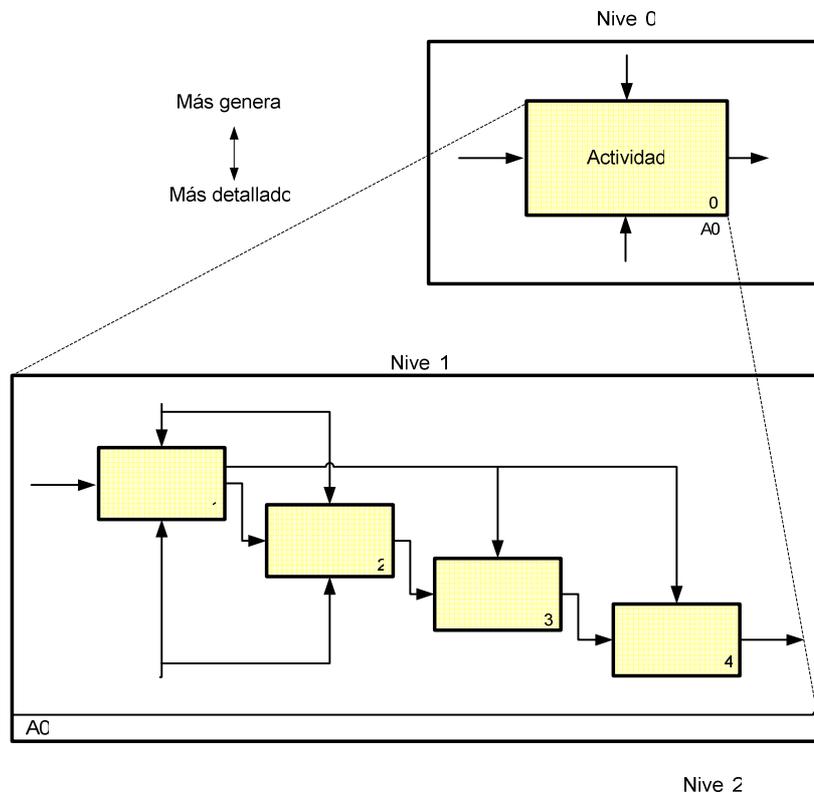


Figura 73. Niveles de detalle para los procesos.

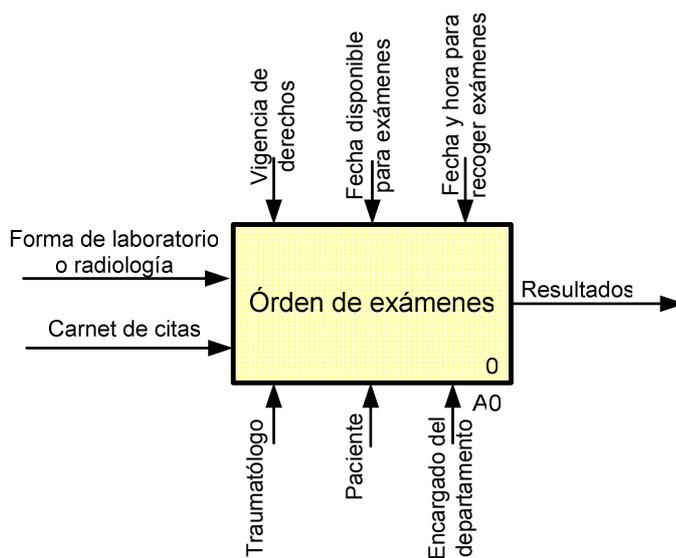


Figura 74. Ejemplo de IDEF0 nivel 0.

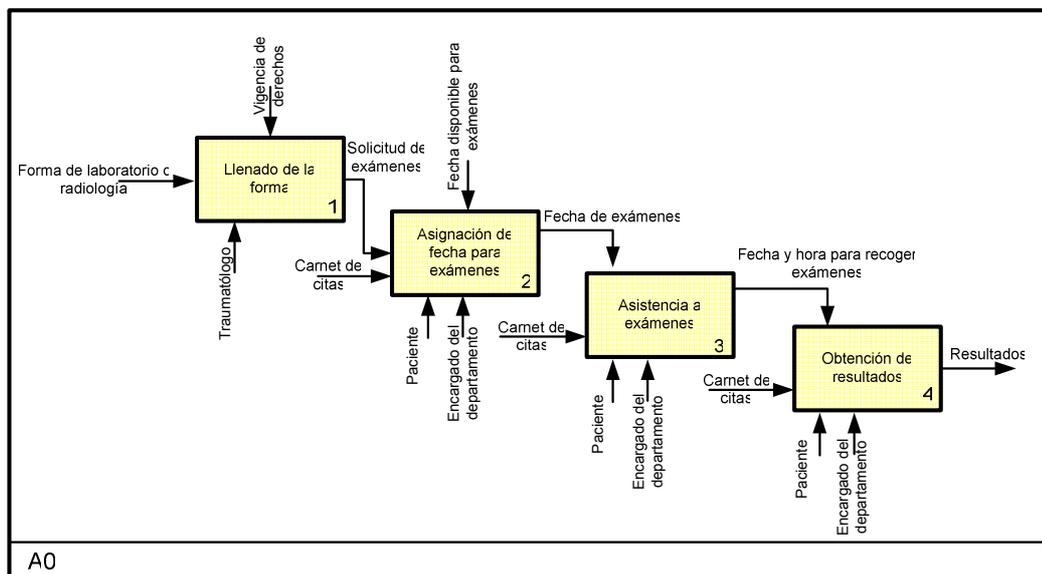


Figura 75. Ejemplo de IDEF0 nivel 1.

A.3 RAD

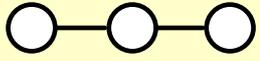
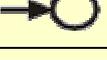
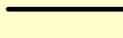
Los Diagramas Rol Actividad (RAD, por sus siglas en inglés) son una técnica de modelado de procesos que permite representar el comportamiento de las personas que realizan actividades para alcanzar una meta. Además, permite que el comportamiento representado sea dividido en roles. Así por medio de los RAD's es posible representar los roles, las actividades, las interacciones, eventos externos y la lógica que determina qué actividades son llevadas a cabo y en qué momento (Ould, 1995).

Esta técnica de modelado de procesos es una de las más completas pues además del comportamiento, permite representar claramente el aspecto funcional y organizacional. En la Tabla XXIII se muestra una breve descripción de la notación usada para esta técnica diagramática.

Tabla XXIII. Notación usada al construir RAD's.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Rol: Un grupo de actividades que en conjunto realizan alguna meta en particular. Es muy importante hacer notar que los roles no son los títulos definidos en alguna organización, sino un conjunto pequeño de actividades, por ejemplo: "Ingeniero" no es un rol, realizar un reporte o administración del sistema si lo son, también es importante nombrar a los roles de tal manera que no se tenga confusión con los títulos de trabajo.
	Actividades: Los elementos de trabajo que una persona realiza.
	Línea de estado: La transición entre una actividad y otra.

Tabla XXIV (continuación). Notación usada al construir RAD's.

	Trayectorias alternativas: Trayectorias seguidas de acuerdo a la satisfacción de una condición. Define bajo que condiciones alguna o algunas actividades se llevan a cabo.
	Trayectorias paralelas: Muestra actividades en sub-hilos del rol las cuales pueden ser llevadas a cabo en cualquier orden. Todas las actividades de las trayectorias tienen que estar terminadas para poder continuar con la siguiente actividad.
	Inicio de otro Rol: Un rol puede iniciar otro rol, por ejemplo después de revisar un reporte se puede realizar el análisis físico de lo reportado.
	Inicializa rol externo: Inicializa un rol que no está siendo modelado.
	Espera: Se define la necesidad de esperar por eventos externos o entradas antes de poder continuar con el trabajo.
	Interacción: estas se producen cuando dos roles interactúan para lograr un objetivo común.
	Marcador de estado: Puede indicar puntos en donde se debe de regresar hacia alguna posición anterior, por lo tanto es una manera de indicar iteración o puede simplemente indicar que el último estado de un rol ha sido alcanzado, esto se representa sin ninguna etiqueta.
	Conector: indica que la interacción continúa en otro diagrama. Dentro del ovalo se indica el número del conector, por lo que al encontrar el símbolo se deberá buscar el conector que contenga el mismo número en otro diagrama, generalmente este diagrama es el siguiente a aquel donde se encontró el símbolo.

En la Figura 76 se presenta el RAD correspondiente al subproceso “Indicando cirugía a paciente”. En esta figura se puede observar los roles que tienen interacción dentro del proceso, tales como: “Traumatólogo – Indicando cirugía” y “Paciente – Recibiendo indicación de cirugía”; así como las actividades necesarias para llevar a cabo el proceso y el orden en el que son ejecutadas, por ejemplo se puede apreciar que primero se realiza la actividad “Prellenar 430200” y luego la actividad “Entregar 430200 a paciente”. Se ejemplifica también el uso de otros símbolos, tales como inicialización de roles externos y no externos; y así mismo se muestran los marcadores de estado, en este caso de inicio y fin de los roles.

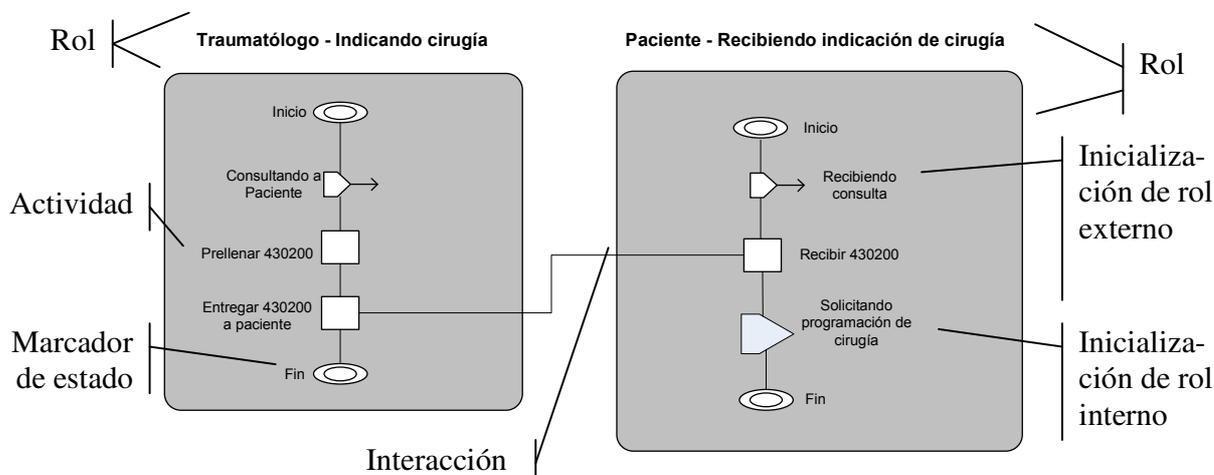


Figura 76. Ejemplo de RAD, utilizando simbología básica, tal como: roles, inicialización de roles externos y no externos, actividades, interacciones, marcadores de estado.

Por otro lado, en la Figura 77, se muestra otro RAD que muestra el uso de otros símbolos, tales como: trayectorias paralelas y trayectorias alternativas; además de los ya mostrados en la Figura 76.

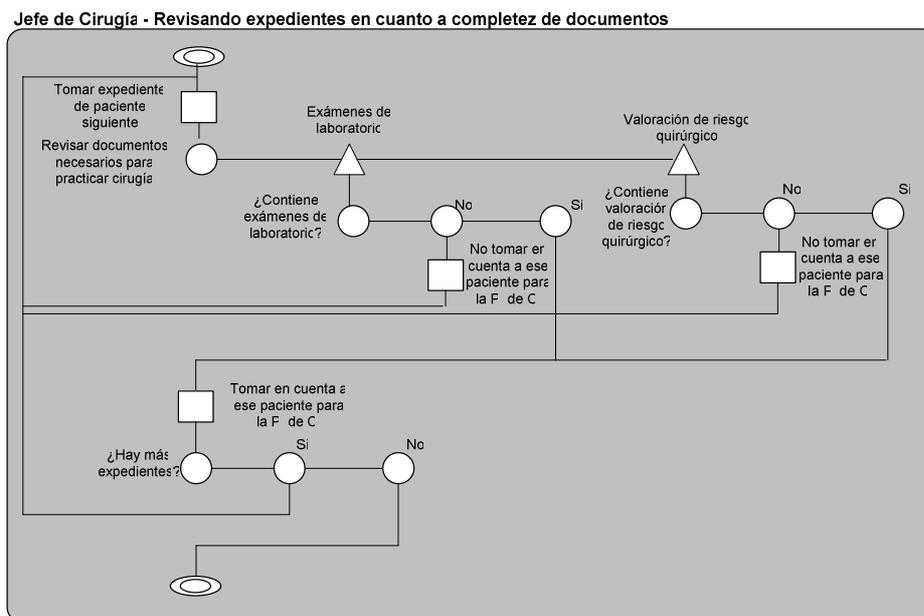


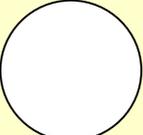
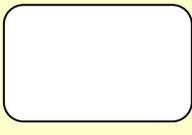
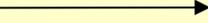
Figura 77. Ejemplo de RAD, utilizando simbología básica, tal como: rol, actividades, marcadores de estado, trayectorias paralelas y trayectorias alternativas.

A.4 Diagrama de Influencia

Son una herramienta gráfica usada para modelar la estructura de un problema de decisión y facilitar la comunicación entre equipos multidisciplinares. Estos se basan en tres formas específicas para representar el problema de decisión: las decisiones, las incertidumbres y

los objetivos. En la Tabla XXV se muestra la notación usada para la construcción de los diagramas de influencia.

Tabla XXV. Notación usada al construir Diagramas de Influencia.

<i>Elementos</i>			
			
Decisiones	Incertidumbres	Resultados Finales	Influencias

En la Figura 78 se puede observar un ejemplo del modelado del problema de decisión de Programación de Cirugía usando Diagramas de Influencia, el cual corresponde al problema de decisión extraído del caso de estudio, el cual no es explicado en esta etapa de presentación, sino que simplemente es usado para mostrar un ejemplo práctico del uso de los Diagramas de Influencia.

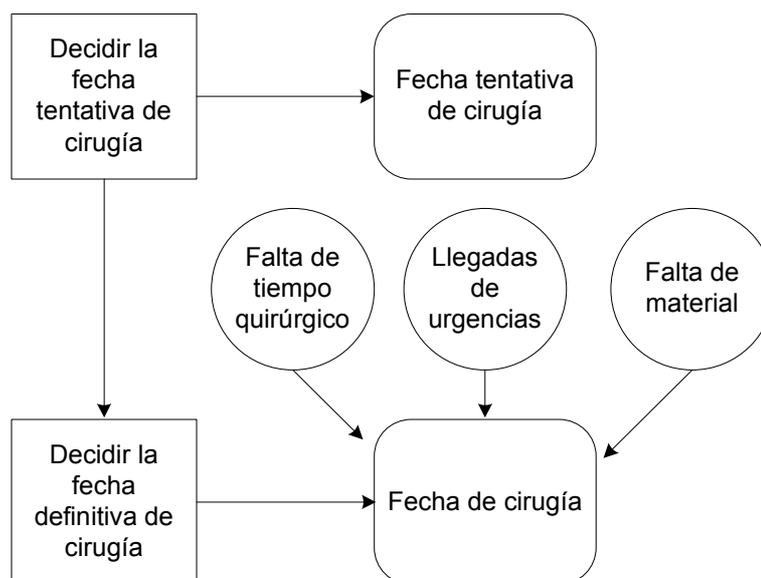


Figura 78. Diagrama de Influencia del problema de programación de cirugías de traumatología.

En esta Figura 78, puede observarse que el problema consta de dos decisiones, pero para poder llevar a cabo la decisión de la fecha definitiva de cirugía es necesario haber realizado la decisión de la fecha tentativa de cirugía, además cada decisión tiene un resultado y en particular el resultado que se logre al decidir la fecha definitiva de cirugía depende tanto de la decisión tomada como del resultado de las incertidumbres.

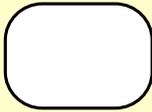
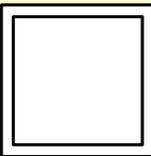
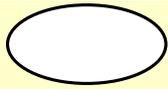
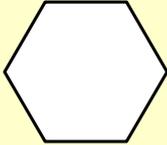
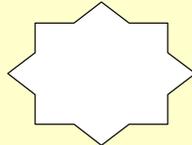
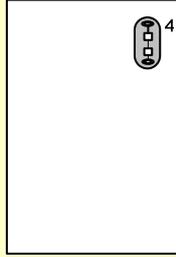
A.5 Modelo Global de la Decisión

Es la técnica diagramática que fue creada en su totalidad para propósitos de esta tesis, buscando se pudieran representar y estructurar un conjunto más amplio de elementos de la

decisión, se basa en la idea de influencias, es decir qué elementos de la decisión influyen sobre otros, pero además busca representar qué roles llevan a cabo las actividades y decisiones. Además, permite tener una visión de alto nivel de las decisiones dentro del problema, las actividades externas relacionadas con la decisión, resultados tanto de las decisiones como de las actividades e involucrados en ambas. En la Tabla XXVI se muestra la notación usada para modelar problemas de decisión por medio de Modelos Globales de Decisión.

Con el fin de mostrar cómo cada uno de estos elementos se combinan para modelar de forma global un problema de decisión. En la Figura 79 se presenta una parte del modelo global de decisión del problema de programación de cirugías de traumatología, el cual corresponde el problema modelado en la Figura 78.

Tabla XXVI. Notación usada al construir Modelos Globales de Decisión.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Actividades externas relacionadas con la decisión.		Objetivos de la decisión.
	Decisiones del problema.		Incertidumbres.
	Resultados tanto de las decisiones como de las actividades externas.		Criterios de la decisión.
	Involucrados en la decisión o en la actividad externa.		Agrupadores. Permite agrupar las decisiones o actividades con los involucrados y relacionar tanto las decisiones como las actividades externas, con las actividades internas que serán representadas en el RAD de Actividades Internas a la Decisión ó Diagrama Detallado de Decisión.
	Influencia entre actividades y decisiones.		

En dicha figura se puede observar que además de sólo representar las decisiones, incertidumbres y resultados, también son representadas las actividades externas a la decisión que están muy relacionadas a ésta. También se representan los objetivos que se buscan al tomar la decisión y criterios de la decisión. Además por medio de los agrupadores, es posible representar quiénes son las personas involucradas en la decisión y cuál es el número que identifica a cada una de las decisiones o actividades, al representarlas

detalladamente por medio de los RAD de Actividades Internas a la Decisión ó Diagrama Detallado de Decisión.

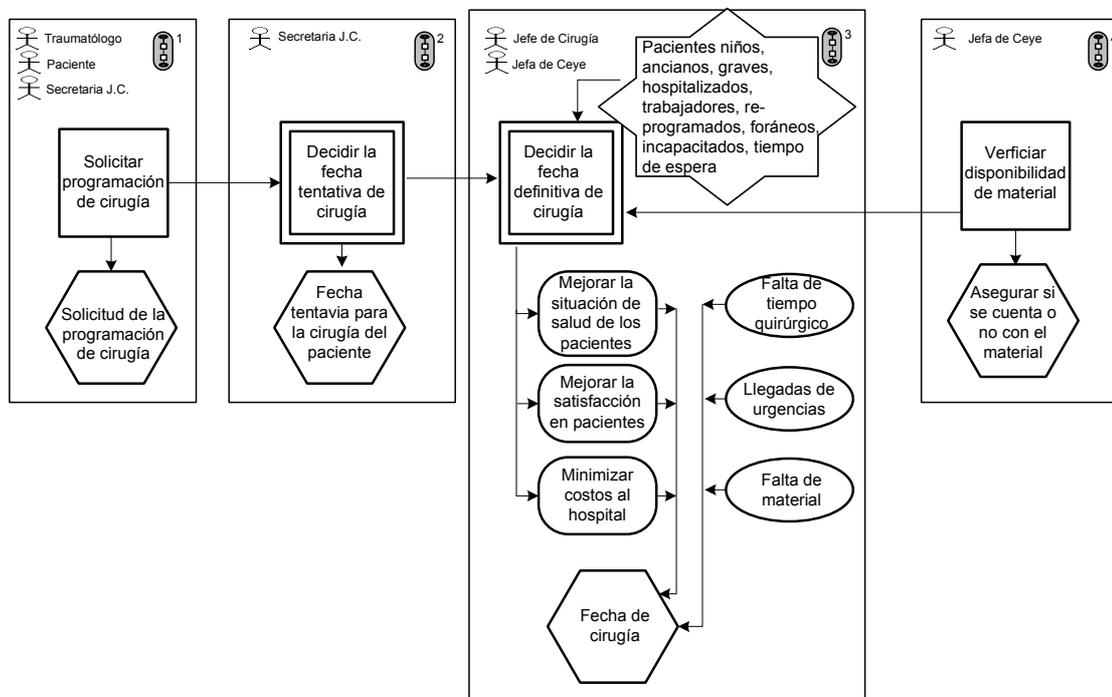


Figura 79. Parte del modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología.

A.6 RAD de Actividades Internas a la Decisión o Actividad Externa

Como su nombre lo indica permite representar de forma más detallada las actividades y decisiones representadas de manera abstracta en el Modelo Global de la Decisión. En particular esta técnica de modelado, se basa en los RAD's (técnica ya explicada anteriormente en este apéndice), pero hemos agregados otros elementos diagramáticos para representar también elementos de decisión. Por ejemplo, ideamos el uso de dobles recuadros como los que se muestran en la Figura 80 para representar actividades internas a decisiones ó simples recuadros para representar actividades internas a actividades externas relacionadas con la decisión, es decir dado que en la Figura 79 se muestra la decisión "Decidir la fecha definitiva de cirugía" y por medio del RAD de Actividades Internas a la Decisión es posible representar los detalles de esta decisión y para indicar que se trata de las actividades detalladas de una decisión se utiliza un doble recuadro. Si por otro lado, se requiere representar los detalles de una actividad externa relacionada con la decisión como por ejemplo, la actividad "Solicitar programación de cirugía" de la Figura 79, el RAD de Actividades Internas a la Actividad Externa se representaría con un recuadro simple en lugar de un doble recuadro como el mostrado en la Figura 80.

También ideamos utilizar un número en la parte superior izquierda indicando a qué actividad ó decisión del Modelo Global de Decisión corresponde el RAD de Actividades Internas a la Decisión o Actividad Externa. En la Figura 81 se muestra esta correspondencia al indicar que la decisión que se encuentra en el Agrupador 3 del Modelo Global de la Decisión corresponde y se encuentra detallada en el RAD de Actividades Internas a la Decisión marcada con el mismo número.

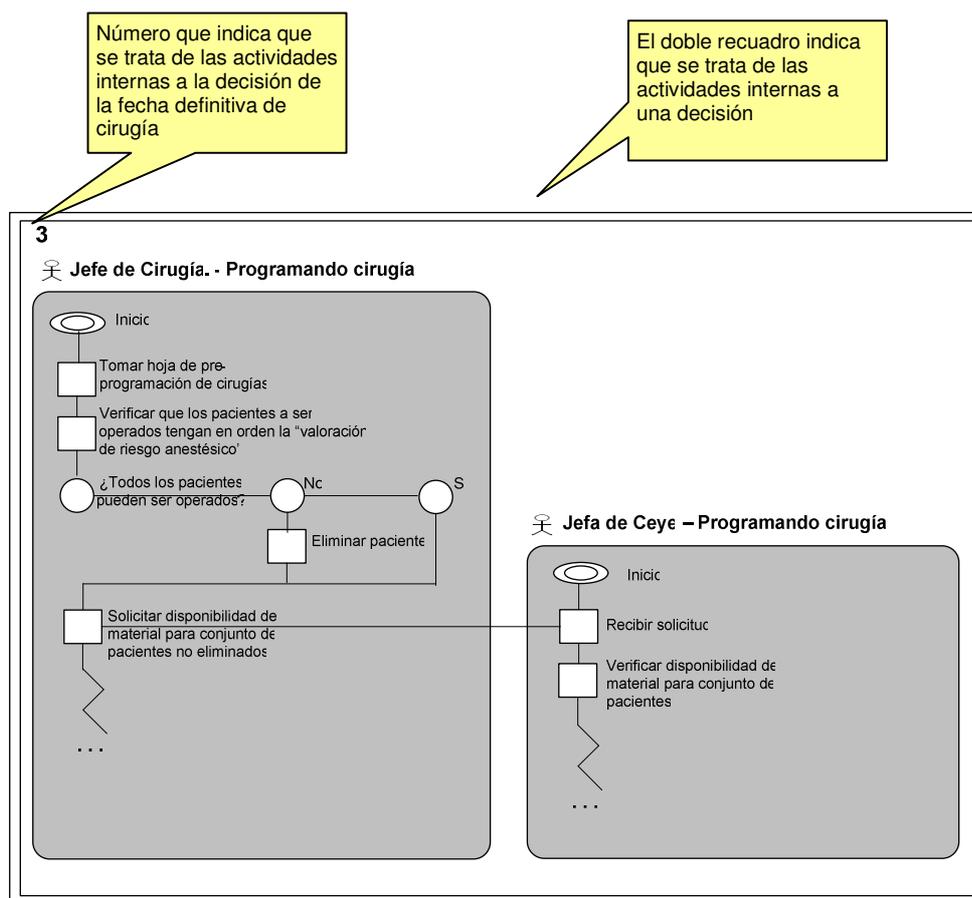


Figura 80. Fragmento del RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

En general, de esta forma se adecuan los RAD's para representar la información referente a las decisiones. En la Figura 80 se muestra un ejemplo de un fragmento del RAD de Actividades Internas a la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, por lo que se puede observar que el número mostrado en la esquina superior izquierda es el 3, indicando que corresponde a la agrupación etiquetada con este número en la Figura 79, tal y como lo representa la Figura 81.

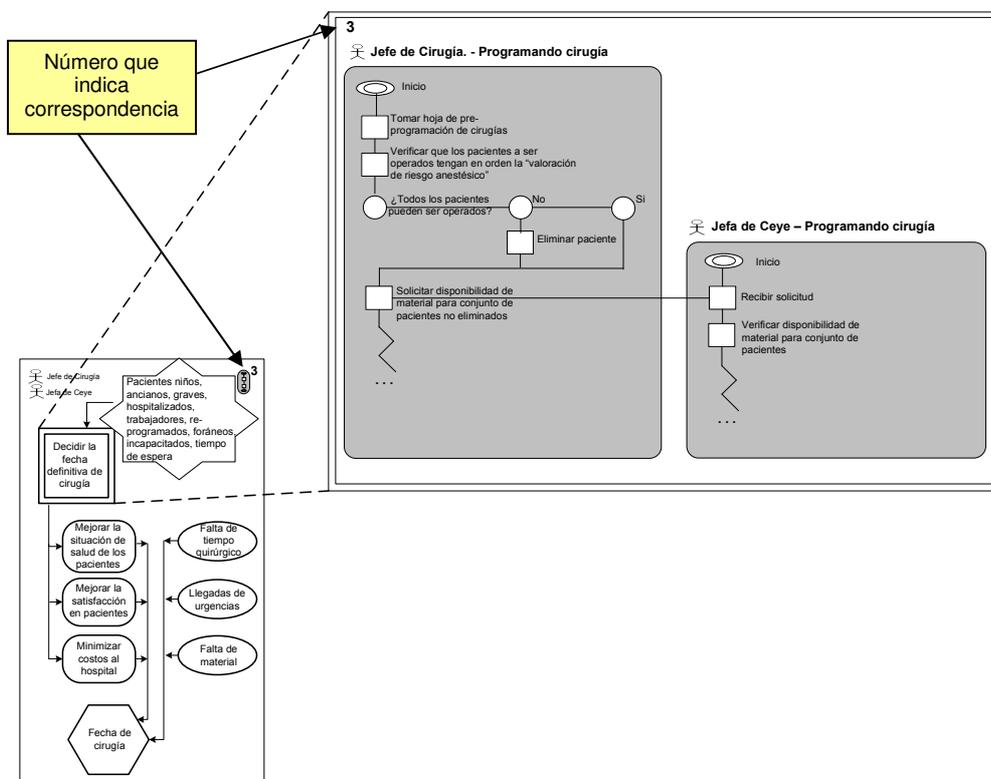


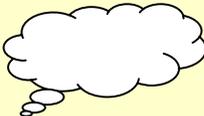
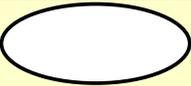
Figura 81. Relación entre un Modelo Global de Decisión y un RAD de Actividades Internas a la Decisión.

A.7 Diagrama Detallado de Decisión

Es una extensión del RAD de Actividades Internas a la Decisión, ya que se agregan más elementos diagramáticos que permiten representar, estructurar y analizar de mejor manera el problema de decisión. El objetivo de este diagrama es poder representar y estructurar de manera más detallada el problema de decisión grupal, incluyendo algunos de los componentes más importantes de la decisión. En la Tabla XXVII, se muestra la notación de estos nuevos elementos.

En la Figura 82, se muestra un fragmento de Diagrama Detallado de Decisión, en el cual se puede observar las preocupaciones que tiene cada uno de los involucrados en la decisión, la información manipulada y las incertidumbres identificadas para el problema representado. Estos también se relacionan con una decisión del Modelo Global de Decisión por medio de un número como se mostró en la Figura 81 y a diferencia de los RAD's de Actividades Internas a la Decisión, los Diagramas Detallados de Decisión se utilizan cuando se requiere mostrar información más detallada de la decisión.

Tabla XXVII. Elementos adicionales al RAD de Actividades Internas a la Decisión, usados en la construcción de los Modelos Globales de Decisión.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Información necesaria para llevar a cabo cada actividad de la toma de decisiones.		Preocupaciones de los involucrados en la decisión.
	Incertidumbres del problema de decisión.		Sub-procesos dentro de las actividades internas a la decisión.
	Marcador de Decisión. son usados para indicar en qué actividad general se está llevando una decisión.		

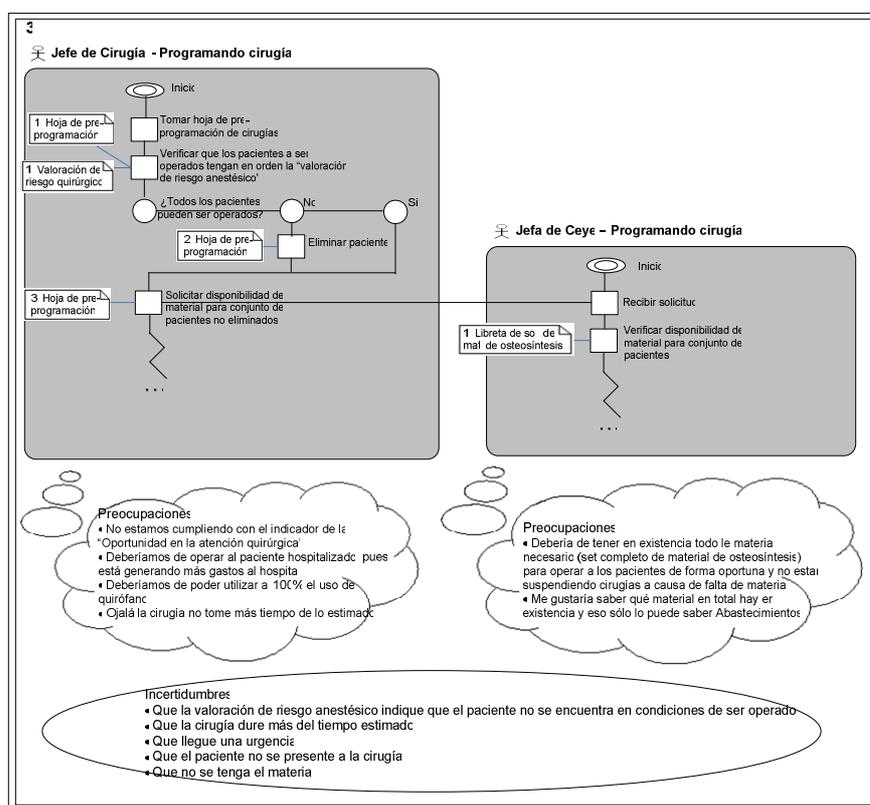


Figura 82. Fragmento del Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

A.8 Diagrama de Transición de Estados

Esta es una técnica de UML usada en el modelado de sistemas de cómputo, pero también es adoptada para modelado de procesos de negocios, representando los estados por lo que pasa un rol al realizar sus actividades.

En la Tabla XXVIII se muestra la notación usada para su construcción.

Tabla XXVIII. Notación para la construcción de Diagramas de Transición de Estados.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
●	Marca de inicio de los estados del rol.
○	Estados del rol.
→ <i>Evento</i>	Representa los eventos, que hacen que se pase de un estado a otro.

En la Figura 83 se muestra un ejemplo de su utilización.

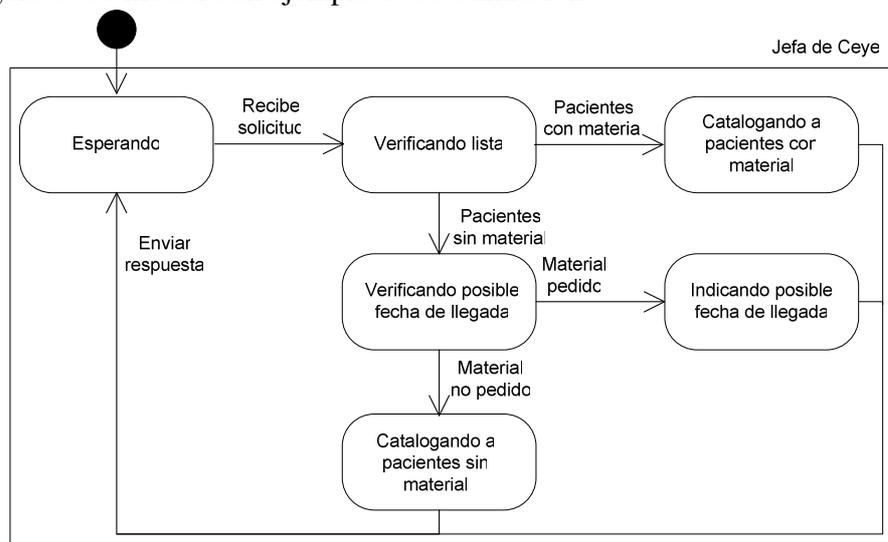


Figura 83. Diagrama de transición de estados para Jefa de Ceye al decidir la fecha definitiva de cirugía.

A.9 Diccionario de Información Utilizada

Esta técnica fue creada para propósitos de esta tesis, la cual permite estructurar la información que entra y se produce en la decisión y más específicamente en cada actividad del Diagrama Detallado de Decisión, así como qué rol es el que manipula la información. Un ejemplo se presenta en la Tabla XXIX.

Tabla XXIX. Fragmento del Diccionario de Información Utilizada para la Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía referente a la información “4: Hoja de pre-programación”.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
Elemento de información	Hoja de pre-programación
Identificador	4
Rol que hace uso	Jefe de Cirugía – Programando cirugía
Datos específicos usados	Nombres de los pacientes.

Cada elemento de información que aparece en el Diccionario de Información Utilizada está relacionado con cada uno de los elementos de información de los Diagramas Detallados de Decisión. Por ejemplo, como puede observarse en la Tabla XXIX aparece el elemento de información llamado “Hoja de pre-programación” con identificador número 4, esto quiere decir que corresponde al elemento de información que aparece en el Diagrama Detallado de Decisión, identificado en el número 4 y el nombre “Hoja de pre-programación”, mostrado en la Figura 84. De donde puede observarse que para poder determinar si “¿Se generaron huecos en la programación debido a falta de material o debido a resultados negativos de la valoración de riesgo anestésico?” es necesario revisar este elemento de información, siendo los datos específicos usados los “nombres de los pacientes” y el rol que hace uso de esta información el “Jefe de Cirugía – Programando Cirugía”, tal y como lo muestra la Tabla XXIX.

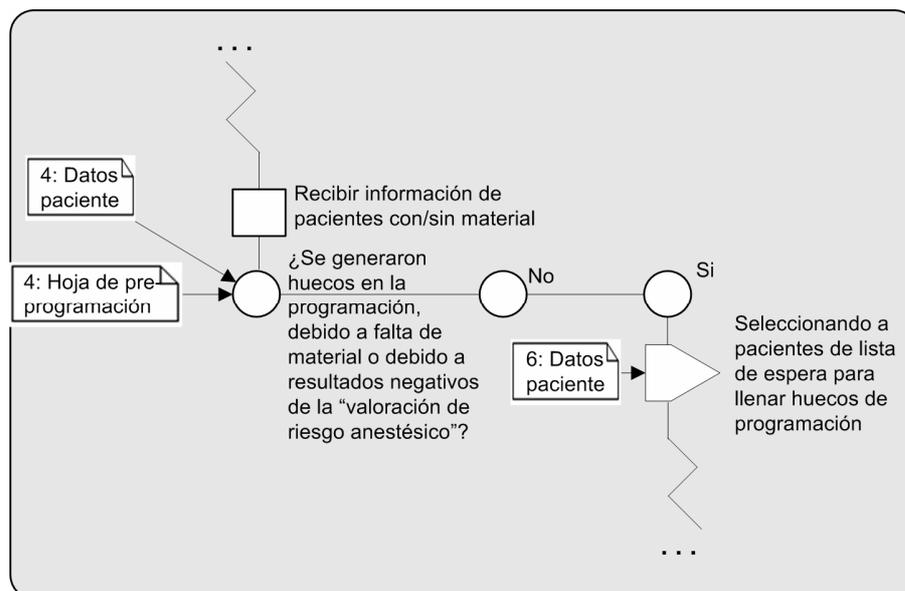
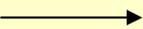


Figura 84. Fragmento de Diagrama Detallado de Decisión.

A.10 Diagrama de Interacción

Este tipo de diagramas modelan a los agentes que interactúan (Warboys *et al.*, 1999). En la Tabla XXX se muestra la notación usada para su construcción.

Tabla XXX. Notación usada para la construcción de los Diagramas de Interacción.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Agentes. Representa a los agentes que interactúan. Los agentes pueden ser personas o grupos de personas.
	Relaciones. Representa quién interactúa con quién.
	Cardinalidad. Indica cuántos agentes interactúan. Si el ovalo es sencillo indica que se trata de <i>un</i> solo agente en la interacción y si tiene un doble óvalo indica que son <i>uno o más</i> agentes.

En la Figura 85 se muestra un ejemplo diagrama de interacción, en donde se representa qué agentes de una parte del proceso de traumatología interaccionan para realizar el proceso. Se puede observar que en este caso todos los agentes son representados con cardinalidad de *uno*.

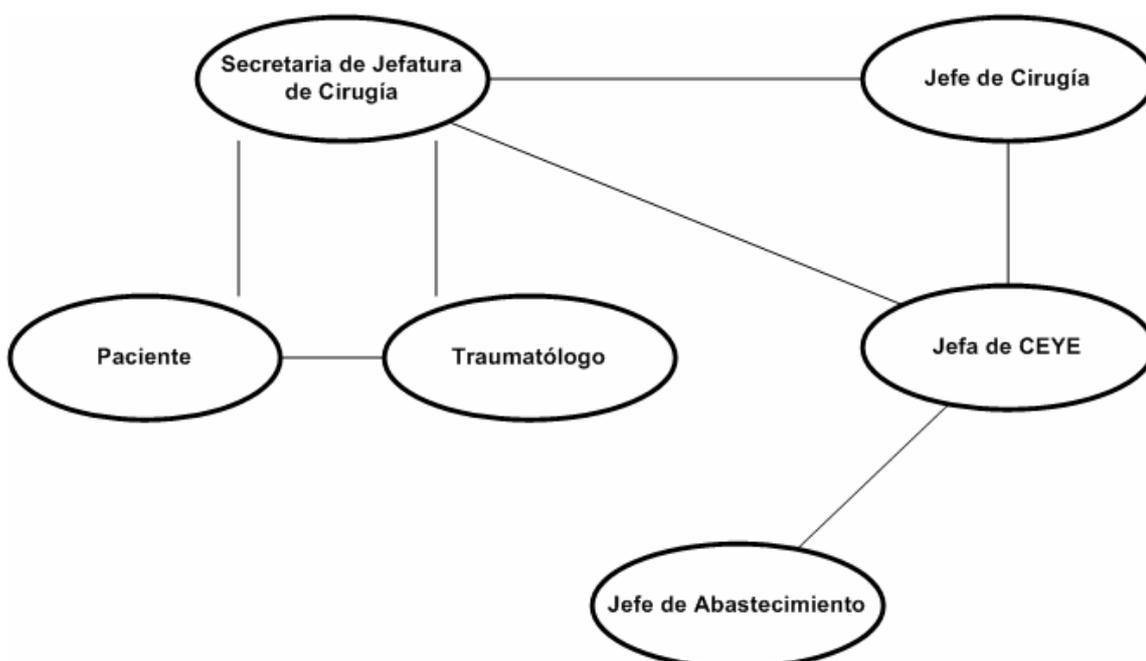


Figura 85. Diagrama de Interacción de una parte del proceso de Traumatología.

A.11 Diagrama de Objetivos

Este tipo de diagramas parte de la idea de modelar los objetivos que se persiguen en cada interacción de los agentes. Así, partiendo del dominio de interés determinado, es posible analizar las interacciones ya identificadas y detectar las metas que se persiguen en cada una de ellas. Es importante identificar estas metas ya que cada interacción entre individuos siempre tiene una razón de existir, y al identificar las metas es fácil posteriormente identificar los roles dentro del proceso y las actividades que se llevan a cabo para alcanzar

dicha meta. En la Tabla XXXI se muestra la notación usada para la construcción de este tipo de diagramas.

Tabla XXXI. Notación usada para la construcción de los Diagramas de Objetivos.

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>
	Objetivo. Representa al objetivo que se persigue al tener la interacción.
Agente 	Agente. Agente que lleva a cabo la interacción.
Agente  Rol	Rol. Es el nombre que se le da al conjunto de actividades que deben ser llevadas a cabo para alcanzar el objetivo. Nota: Este es un elemento agregado para propósitos de esta tesis.

Un ejemplo de la forma en como se estructuran los objetivos, agentes y roles, por medio de un diagrama de objetivos se muestra en la Figura 86.

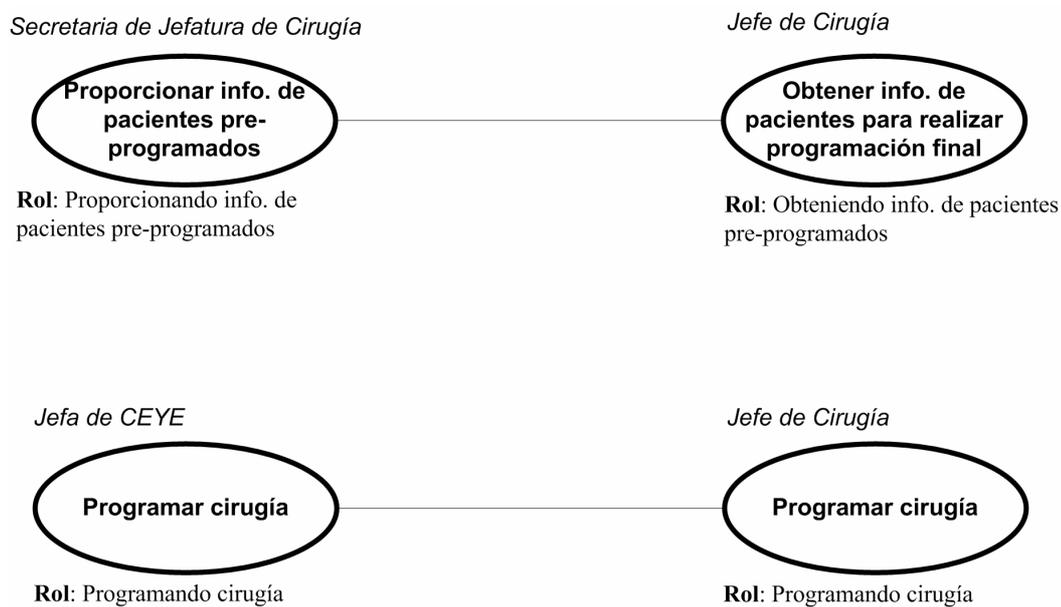


Figura 86. Ejemplo de Diagrama de Objetivos.

Apéndice B. Metodología para estructurar y coordinar el proceso de toma de decisiones grupales

Fase	1. Estudio del ámbito del problema y modelado de los procesos
Introducción	En esta primera fase de la metodología alguien (directivo(s) de la organización, involucrado en el proceso que enmarca a la decisión, involucrado en el proceso de decisión, consultor, etc.) se ha dado cuenta de que existe un problema y que posiblemente tiene que ver con una toma de decisiones. Aún no es llamado problema de decisión debido a que quizá no se trate de un problema de este tipo, esto se decidirá una vez estudiado el ámbito del problema detectado.
Objetivo	El objetivo de esta fase es conocer el proceso o procesos relacionados con el problema detectado y eventualmente algunas de sus peculiaridades. Para conocerlo y analizarlo se sugiere hacer uso de herramientas de modelado de procesos. Cabe destacar que el problema detectado aún no es definido ni identificado efectivamente y esta fase ayudará de cierto modo a hacerlo.

Entradas

Nombre	Fuente
Información del ámbito del problema.	Documentos referentes al proceso o procesos que enmarcan al problema, entrevistas, cuestionarios, observación, etc., a involucrados en los procesos.

Actividades primarias

A 1.1 Obtener información del ámbito dentro de la cual se encuentra el problema (ejemplo: programación de cirugías, elección de proveedor, planeación de compras, etc.).
A 1.2 Escritura y edición de la información obtenida.
A 1.3 Identificar a los elementos más genéricos del proceso(s) en estudio que permitan tener una visión de alto nivel del ámbito del problema.
A 1.4 Examinar las interacciones existentes entre los involucrados para llevar a cabo el(los) proceso(s) en estudio.
A 1.5 Delimitar el ámbito del problema estudiado.

A 1.6 Detectar las metas de interacción y los roles.
A 1.7 Determinar las actividades propias del rol.
A 1.8 Identificar las perspectivas y preocupaciones de los involucrados en relación al proceso(s) estudiado.

Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Descripción textual del proceso	Documento breve que contiene una descripción textual del proceso que enmarca al posible problema de decisión.	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 2 • Fase 3
Modelado del proceso	Contiene los procesos que forman el ámbito del problema, representado por medio de diagramas que permiten una mejor comprensión del mismo. También incluye documentos y formas usadas en el proceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 2 • Fase 3

Técnicas sugeridas

Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada
Entrevistas	El propósito de una entrevista es obtener información de individuos que poseen experiencia considerada importante para la obtención de información del proceso que enmarca al problema. Los registros de información que se obtengan pueden ser tanto notas, como grabaciones de voz, hasta diagramas de procesos.	A 1.1
Cuestionarios	Son una serie de preguntas por escrito, prefabricadas que son realizadas a las personas inmersas en el ámbito del problema. El hecho de que sean por escrito es buscando que las personas tomen el tiempo necesario para contestarlas, pues son preguntas que deben ser contestadas después de un adecuado tiempo de razonarlas.	A 1.1
Observación	El procedimiento de la observación es un método organizado de observar y objetivamente registrar el comportamiento de uno o más individuos. El énfasis regularmente se centra en la productividad, los patrones de comportamiento, expresión de intereses y en las interacciones interpersonales.	A 1.1
Revisión de documentación	En algunas ocasiones las actividades cuentan con documentos relevantes a considerar, por	A 1.1

	ejemplo: formatos, información de respaldo, etc.	
Gráfica Rica	Es una representación tipo caricatura de los procesos que forman el ámbito del problema, representa a las personas involucradas, sus preocupaciones, sus perspectivas, y elementos de información.	A 1.3 A 1.5 A 1.8
IDEFO	Es una herramienta para la representación de procesos que se distingue por ser un mapa de alto nivel, por lo general identifica los procesos principales mediante los cuales se opera. A continuación puede elaborarse un mapa de segundo nivel dividiendo cada uno de estos procesos en una secuencia de pasos. Este mapa de segundo nivel se puede subdividir aún más y así sucesivamente, hasta que se identifica el nivel apropiado de detalle.	A 1.7
RAD	Esta técnica de modelado y captura, representa los conceptos de rol, acción, interacción, evento, estado, decisión y paralelismo en una anotación muy fácil de entender.	A 1.4 A 1.7
Diagramas de Actividad	Estos forman parte de los diagramas del Lenguaje Unificado de Modelado (UML por sus siglas en inglés), los diagramas de actividad permiten modelar el comportamiento de los procesos de una manera muy similar a la realizada por los RAD.	A 1.4 A 1.7
Diccionario de datos	Esta es una técnica de diagramación usada en el diseño de estructuras de programas. Fue desarrollada para describir gráficamente la estructura de los datos a ser manipulados por un programa, pero también pueden representar los datos e información manipulados en un proceso, así como su jerarquía.	A 1.3
Catálogo de usuarios	Este es un documento que contiene básicamente el nombre, el puesto, y una breve descripción de las responsabilidades de cada individuo que forma parte de un proceso.	A 1.3
Matriz Rol/Actividad	Esta es una forma de representar las interacciones existentes para llevar a cabo cada actividad.	A 1.7
Diagrama de flujo de datos	Es un diagrama que representa el flujo de información alrededor de los procesos, la forma en que esta información es modificada y almacenada, así como los almacenes.	A 1.3
Diagrama de Objetivos	Se trata de un diagrama muy sencillo que representa los objetivos que persigue cada individuo al llevar a cabo una interacción.	A 1.6

Diagramas de Interacción	Es un diagrama que representa las interacciones de los individuos.	A 1.4
--------------------------	--	-------

Como ya se ha mencionado, los problemas de decisión que no están estructurados son muy difíciles de resolver, y dado que la IP brinda estructura a situaciones con problemas no estructurados por medio del modelado de los procesos, las siguientes actividades están orientadas a ofrecer estructura en un primer nivel al ámbito del problema bajo estudio.

Con el fin de recordar, con “primer nivel de estructuración” nos referimos a que el problema es estructurado de acuerdo a los cuatro principales tipos de información de un proceso, los cuales son: funcional, comportamiento, organizacional e informacional. Cabe mencionar que por medio de la estructura se logra un buen entendimiento de los procesos. En este sentido, a lo largo de esta fase de la metodología se sugieren algunas técnicas de modelado dependientes del punto de vista que se necesite abordar en el momento.

Quizá, para llevar a cabo esta fase, se requiera más de una sesión de entrevistas con los involucrados del proceso, ya que se llevará a cabo la obtención de información, luego la realización de modelados preliminares del problema, los cuales eventualmente requerirán enriquecimiento.

Para llevar a cabo esta tarea de mejoras al modelo del proceso, se requiere una tarea de análisis y reexaminación de la información que se tiene y si existe información que no se tiene, realizar las entrevistas apropiadas y los modelos del proceso rediseñado (Hunt, 1996).

Por último antes de comenzar con la explicación de cada una de las actividades de esta fase, es muy importante dar a conocer que una de las formas más fáciles de lograr la aceptación de las decisiones tomadas, por parte de los involucrados en la decisión es precisamente involucrarlos en la validación de las actividades más importantes de esta metodología, como por ejemplo que estén de acuerdo en la definición de los procesos, del problema de decisión, los datos obtenidos, los objetivos de decisión, etc.

A 1.1 Obtener información del ámbito dentro de la cual se encuentra el problema (ejemplo: programación de cirugías, elección de proveedor, planeación de compras, etc.).

Dado que evidentemente ya alguien se dio cuenta de que existe un problema y que aunque aún no se ha definido ni identificado, la obtención de información es guiada por lo que se conoce del problema.

En cuanto a obtención de información, de acuerdo a Daniel Hunt (Hunt, 1996), para obtener o verificar hechos acerca del proceso o sujeto de estudio, hay muchas fuentes de información, entre ellas se encuentran las siguientes:

- Documentos de especificaciones existentes, documentos y diagramas de procesos.
- Observar el proceso en operación.
- Examinar a grupos de involucrados en los procesos, por medio de entrevistas, cuestionarios u otras técnicas por el estilo.
- Pláticas con uno o más de los expertos en el proceso, los cuales poseen el conocimiento buscado.
- Crear o inventar una descripción hipotética y pedir a los involucrados en los procesos que la acerquen lo más posible a la realidad.

De todas las formas de obtener información, la más importante es la entrevista por interacción cara a cara con el experto. En cuanto esto, se puede decir que el propósito de la entrevista es obtener

información de un individuo quien posee experiencia considerada importante para el esfuerzo analítico del modelado del proceso (Hunt, 1996).

Al realizar las entrevistas, lo más común es que la información que se obtenga sea general al principio, pero se debe cuidar que poco a poco las preguntas sean más específicas enfocándose en aspectos difíciles y de interés del ámbito del problema de decisión. Para esto hay que establecer prioridades en cuanto a lo que se necesita conocer primero.

En general, se debe cuidar que la información que se obtenga permita conocer las actividades relacionadas con el proceso que se identificó como problema, los objetivos que se persiguen al llevar a cabo esos procesos, las personas involucradas, las interacciones encontradas entre el personal para llevar a cabo el proceso, la información que se maneja para llevar a cabo el proceso, etc.

Debido a que resulta muy fácil obtener más información de la que se requiere, es prioritario tratar de establecer los límites de las actividades de los procesos que son importantes para el estudio del ámbito del problema. Una buena práctica para establecer estos límites es al construir una lista de datos (objetos o información) impactados por la actividad del proceso (Hunt, 1996).

Las actividades siguientes se refieren a identificar y representar gráficamente la información obtenida en esta actividad, para facilitar su análisis y estructuración.

A 1.2 Escritura y edición de la información obtenida.

Es una buena práctica escribir la información que se va obteniendo del ámbito del problema. Lo recomendable es que se trate de texto estructurado (Hunt, 1996), que sirva para construir el modelado de los procesos que forman el ámbito del problema. Una sugerencia es que se escriba el o los procesos de principio a fin, es decir, cómo comienzan, qué se hace enseguida y cómo terminan, a lo que se llamaría “Descripción textual del ámbito del problema”.

En este mismo sentido, al igual que se deben tener mejoras del modelo del proceso conforme se va obteniendo más información, también se recomienda que se edite el texto estructurado correspondiente.

A 1.3 Identificar a los elementos más genéricos del proceso(s) en estudio que permitan tener una visión de alto nivel del ámbito del problema.

Dado que en este punto ya se obtuvo información del ámbito del problema y se comenzó a escribir de forma estructurada la información obtenida en esta actividad se pretende comenzar con el análisis de esta información y por lo tanto, en un primer nivel los elementos que permiten tener una visión general del ámbito del problema de decisión son: los agentes, las actividades y los elementos de información principales.

En primer lugar un agente es cualquier involucrado en el ámbito del problema estudiado, más formalmente de acuerdo a Curtis (Curtis *et al.*, 1992) un agente es un actor (humano, máquina o – en un sentido más abstracto- un grupo de personas o un departamento) quien lleva a cabo una acción dentro del proceso estudiado.

Por otro lado, en cuanto a la identificación de las actividades, se deben tomar en cuenta a las actividades que contribuyen en el logro de los objetivos del proceso o procesos dentro del ámbito

estudiado. Además, dado que ya se conocen los agentes involucrados, también se requiere identificar qué agentes llevan a cabo cuáles actividades.

En cuanto a la información que se requiere analizar se trata de la información creada, manipulada o modificada al llevar a cabo el proceso(s) del ámbito del problema estudiado.

En cuanto a la identificación y representación de los agentes, actividades e información, se requiere que por el momento no sean muy detalladas, pues en este punto lo que se necesita es, como ya se mencionó, un medio por medio del cual sea posible tener una visión general del ámbito del problema. Para esto se recomienda usar la herramienta de modelado llamada Gráfica Rica, así como cualquier otra que conozca el usuario de la metodología.

Por otro lado también, si se desea, pueden ser usadas herramientas de modelado que permiten estructurar estos elementos de forma aislada, por ejemplo al usar el Catálogo de Usuarios se tiene una buena identificación y estructuración de los agentes del proceso(s); y al usar los Diagramas de Flujo de Datos el enfoque del modelado es sobre la información del ámbito del problema, su movimiento, los procesos que la transforman, etc. Por medio del uso de los Diccionarios de Datos se puede representar la información manipulada en los procesos, así como las jerarquías.

Hasta este punto no se recomienda ninguna herramienta de modelado para representar de forma aislada las actividades, dado que para hacerlo se requeriría un nivel de detalle que hasta el momento no se recomienda tener.

A 1.4 Examinar las interacciones existentes entre los involucrados para llevar a cabo el(los) proceso(s) en estudio.

En un sentido fundamental, las metas organizacionales son alcanzadas por medio de la interacción entre las personas (Warboys *et al.*, 1999), es decir, las personas no sólo operan como individuos independientes, sino que éstas interactúan (Ould, 1995). Por ejemplo, un Administrador de Proyectos da órdenes al equipo y reporta a su superior.

Al estar estudiando el ámbito del problema de decisión, conocer las interacciones es importante, dado que esta metodología se enfoca a la toma de decisiones grupal, evidentemente existe interacción entre los individuos. Así, la detección de alguna deficiencia en las interacciones podría ayudar a definir y brindar soporte al problema de decisión.

Estas interacciones se llevan a cabo por medio de varias formas, como por ejemplo: al pasar información, al delegar tareas, cuando un individuo da autoridad para hacer algo a otro, cuando se toma un acuerdo en una acción, etc (Ould, 1995).

El modelado sugerido en esta actividad se enfoca en estructurar las interacciones existentes y la técnica de modelado más simple que se sugiere son los Diagramas de Interacción. También si ya se tienen identificados roles y actividades más detalladas, así como el orden y flujo de tales actividades es posible usar RAD's y Diagramas de Actividad. Aunque la identificación de lo anterior se sugiere que se haga en las siguientes actividades.

A 1.5 Delimitar el ámbito del problema estudiado.

En este punto ya se conoce el ámbito del posible problema de decisión. Por medio de esta actividad se realiza un primer intento por identificar las partes del ámbito del problema que son importantes

para el estudio y las que, aunque están relacionadas con el proceso(s), no son de relevancia dado el problema de decisión.

Esta relevancia es determinada por el problema de decisión que se está estudiando, debido a que al comenzar a estudiar el ámbito ya se tiene el conocimiento de un problema y conforme se avanza en el estudio del ámbito de este problema se va enriqueciendo el conocimiento. Por lo tanto en esta actividad, ya es posible delimitar un poco el ámbito de estudio y comenzar a enfocarse en partes importantes para el estudio del problema

Con el propósito de representar esta delimitación gráficamente, se recomienda utilizar la Gráfica Rica generada y sobre ésta utilizar líneas o líneas punteadas para marcar el alcance de importancia del ámbito de problema estudiado.

A 1.6 Detectar las metas de interacción y los roles.

Una vez que se tiene una primer delimitación del ámbito del problema que se está estudiando, es posible enfocarse en ciertas partes de los procesos estudiados, los cuales son considerados de mayor relevancia.

De acuerdo a Warboys (Warboys *et al.*, 1999), las metas son el estado que se pretende alcanzar al llevarse a cabo una interacción. De tal forma que partiendo del dominio de interés identificado, es posible analizar las interacciones ya identificadas y detectar las metas que se persiguen en cada una de ellas.

Para llevar a cabo esto, es posible transformar los Diagramas de Interacción creados en la actividad A 1.4 y transformarlos en Diagramas de Objetivos. De una forma similar es posible identificar los roles a partir tanto de las interacciones como de los objetivos que se persiguen, todo esto dentro de la delimitación del ámbito del problema estudiado.

En este sentido cabe destacar que, un rol involucra un conjunto de acciones que son llevadas a cabo, generalmente, por un individuo o grupo dentro de la organización.

Relacionado con lo objetivos, existe un conjunto de actividades que deben ser llevadas a cabo para alcanzar dichos objetivos, por lo que al conjunto de estas actividades, así como la lógica para llevarlas a cabo se les llama rol, por ejemplo: hacer las cosas en cierto orden, decidir hacer esta actividad en lugar de otra en ciertas situaciones y hacer cosas en paralelo (Ould, 1995). Por lo que se recomienda identificar de alguna forma los roles del ámbito estudiado y una forma de estructurarlos puede ser por medio del uso de los Diagramas de Objetivos, escribiendo fuera de cada objetivo el rol correspondiente y el agente o agentes que lo toman.

A 1.7 Determinar las actividades propias del rol.

Esta actividad se refiere a identificar precisamente lo que Ould (Ould, 1995) menciona como la lógica del rol, lo que se refiere a las actividades llevadas a cabo, el orden en el que son realizadas, el realizar algunas actividades en lugar de otras en ciertas ocasiones y el llevar a cabo ciertas actividades de forma paralela.

Aunado a esto, existe otro tópico que debe ser considerado el cual es la granularidad con que se deberían detallar las actividades en este punto del estudio del ámbito del problema, para lo cual, lo aconsejable es que a este nivel no se majen detalles.

Por otro lado, cuando simplemente se requiere identificar las actividades que dan forma al proceso o procesos estudiados, se puede ir descomponiendo el proceso en subprocesos de forma gradual.

En general, para representar estas actividades haciendo uso de herramientas de modelado, es importante recordar que el punto de crear un modelo es proporcionar una forma para estudiar ciertas características del sujeto (Warboys *et al.*, 1999). En este caso, las técnicas de modelado que se recomiendan son: IDEF0, RAD, Diagramas de Actividad y Matriz Rol/Actividad.

La construcción de RAD's y de Diagramas de Actividad es relativamente fácil hasta este punto pues en general se requiere haber identificado, las interacciones, los roles, las actividades, el orden y el flujo de éstas. La técnica de modelado Matriz Rol/Actividad es una buena opción para estructurar las actividades que lleva a cabo cada rol, pero la lógica de las acciones queda sin representar.

Para el modelado por medio de IDEF0 se recomienda ir descomponiendo los procesos del contexto delimitado del problema, tratando de hacer corresponder, en la medida de lo posible, los subprocesos con los roles identificados. Cabe aclarar que los IDEF0 no modelan la perspectiva organizacional, ni completamente la perspectiva de comportamiento; de tal forma que ni las interacciones ni los roles son representadas, por lo que se recomienda poner de forma textual del lado izquierdo del modelado IDEF0, una descripción de las interacciones que se llevan a cabo en cada subproceso modelado, así como los roles correspondientes. De esta forma se tienen herramientas de modelado más completas que estructuran un mayor número de perspectivas.

A 1.8 Identificar las perspectivas y preocupaciones de los involucrados en relación al proceso(s) estudiado.

Al ir obteniendo información del ámbito del problema uno de los elementos más importantes dentro de esta metodología son el conocer el aspecto social del ámbito del problema, es decir, además de simplemente conocer quienes son los involucrados, sus roles, interacciones, etc., también se debe explorar cuáles son sus preocupaciones al llevar a cabo sus actividades, así como sus perspectivas, lo que opinan de cómo se están llevando a cabo los procesos, etc.

Para este fin, la herramienta de modelado que posee formas para expresar lo anterior gráficamente es la Gráfica Rica. Para representar las perspectivas y preocupaciones se recomienda que se utilice la Gráfica Rica resultante de la delimitación del contexto estudiado, es decir la Gráfica Rica resultante de la actividad **A 1.5**.

Fase	2. Definición del problema de decisión
Introducción	Varias veces se comienza a resolver el problema de decisión (de aquí en adelante problema) antes de que éste haya sido claramente definido. Si no se identifica el problema correcto, éste tendrá que ser analizado varias veces, por lo tanto para evitar esto, es necesario asegurar que se trabaje en el problema correcto. Aquí se debe de tener mucho cuidado porque frecuentemente lo que se identifica como un problema (costos excesivos) es un síntoma del problema (nivel de inventario inadecuado). Para determinar si efectivamente existe un problema es necesario reunir los datos necesarios, que permitan llegar a determinar cuál es el problema que existe, dónde está localizado, etc.; estos datos ya fueron obtenidos en la etapa anterior.
Objetivo	El objetivo de ésta fase es detectar el problema a ser resuelto, así como entender –de forma indirecta- las causas del problema.

Entradas

Nombre	Fuente
Descripción textual del proceso	Fase 1
Modelado del proceso	Fase 1
Información del ámbito del problema	Documentos referentes al proceso o procesos que enmarcan al problema, entrevistas, cuestionarios, observación, etc., a involucrados en los procesos.

Actividades primarias

A 2.1 Analizar el ámbito del problema desde un alto nivel y pensar creativamente.
A 2.2 Reconocer las dificultades al identificar los problemas reales.
A 2.3 Generar una formulación formal del problema de decisión.
A 2.4 Reexaminar el problema de decisión conforme se avance y redefinirlo si es necesario.

Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Formulación formal del problema	Este documento debe de contener: una formulación formal del problema, el lugar en el que se ha encontrado el problema, quiénes son los involucrados y afectados en y por el problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 3 • Fase 4 • Fase 5

Técnicas sugeridas

Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada
Entrevistas	El propósito de una entrevista es obtener información de individuos que poseen experiencia considerada importante para la obtención de información del proceso que enmarca al problema. Los registros de información que se obtengan pueden ser tanto notas, como grabaciones de voz, hasta diagramas de procesos.	A 2.3
Cuestionarios	Son una serie de preguntas por escrito, prefabricadas que son realizadas a las personas inmersas en el ámbito del problema. El hecho de que sean por escrito es buscando que las personas tomen el tiempo necesario para contestarlas, pues son preguntas que deben ser contestadas después de un adecuado tiempo de razonarlas.	A 2.3
Observación	El procedimiento de la observación es un método organizado de observar y objetivamente registrar el comportamiento de uno o más individuos. El énfasis regularmente se centra en la productividad, los patrones de comportamiento, expresión de intereses y en las interacciones interpersonales.	A 2.2 A 2.3
Revisión de documentación	En algunas ocasiones las actividades cuentan con documentos relevantes a considerar, por ejemplo: formatos, información de respaldo, etc.	A 2.3

A 2.1 Analizar el ámbito del problema desde un alto nivel y pensar creativamente.

Debido a que muchas veces el que está estudiando el problema es uno de los involucrados y/o afectados por éste, es necesario ver el problema desde fuera, ya que es el mismo ambiente del problema el que muchas veces restringe el pensamiento. Si la persona que está en el proceso de definir el problema es alguien externo a éste, debe de cuidar ser objetivo en su análisis y no tomar como propios los puntos de vista de los afectados.

Por otro lado es importante conocer que un gran peligro al formular un problema de decisión es la poca disposición para el pensamiento creativo y el análisis. El pensar creativamente sobre el problema involucra no establecer el problema en la forma más obvia, ni de la manera que llegue primero a la mente, ni en forma en que ha sido establecido en el pasado (Hammond *et al.*, 1999).

A 2.2 Reconocer las dificultades al identificar los problemas reales

Tres son las dificultades más comunes al identificar un problema en general (Skinner, 1999), las cuales, por lo tanto, también deben ser consideradas al estar identificando y por lo tanto definiendo el problema de decisión. A continuación se encuentran estas dificultades:

- Confundir el síntoma de un problema en el problema en si. Por ejemplo se podría decir que el problema en una compañía son los costos excesivos, cuando en realidad el problema es un nivel de inventario inadecuado y los costos excesivos que está teniendo la compañía sólo son los síntomas del problema.
- Definir el problema en términos de la solución. Hacer esto es como saltar a la conclusión antes de que el problema real sea conocido.
- Problemas de percepción. Esta dificultad surge de la necesidad de un individuo de protegerse de información negativa y de defender una posición. Al hacer esto, el individuo distorsiona o elimina la información negativa, y al suceder esto se dan las dificultades para descubrir el problema real. Los problemas de percepción aparecen fácilmente cuando se están estudiando situaciones muy ambiguas.

Basado en lo anterior se recomienda, al estar identificando y definiendo el problema, estar alerta al surgimiento de alguna de estas dificultades.

A 2.3 Generar una formulación formal del problema de decisión.

Con la información ya recabada en la fase previa (Estudio del ámbito del problema y modelado de los procesos) lo primero es preguntarse si para resolver el problema existen una o varias situaciones de decisión claves. Si el problema puede resolverse sin que haya una decisión trascendente involucrada no se trata de un problema de decisión, por lo que no tiene caso seguir esta metodología para estructurar el problema y eventualmente brindarle un soporte de tecnología de información. En este mismo sentido, también es importante que la decisión sea tomada de forma grupal, ya que al igual que en el caso anterior, sin una toma de decisiones de este tipo no tendría caso seguir esta metodología. Si inminentemente existe al menos una toma de decisión que tiene que ver con la resolución del problema, entonces se trata de un problema de decisión.

Una vez que se conoce que el problema es de decisión se debe:

- Con la información que se tiene hasta el momento hacer una primer suposición de cuál es el problema de decisión.
- Preguntar ¿qué hizo suponer que existía el problema?

Estos dos puntos pueden también ser planteados a los involucrados en el problema de decisión detectado y objetivamente obtener varios puntos de vista, que permita hacer una formulación formal del problema.

Parte de una buena formulación del problema de decisión es conocer y en su caso tomar en cuenta ¿qué otras decisiones afectan a la decisión en estudio? y ¿a qué otras decisiones afectará la decisión en estudio?

Una vez generada la formulación formal del problema de decisión, se debe indicar dónde está localizado el problema, es decir, qué departamentos y procesos abarca.

A 2.4 Reexaminar el problema de decisión conforme se avance y redefinirlo si es necesario.

Aunque ya se tenga una formulación formal del problema ésta puede cambiar, conforme se va obteniendo más conocimiento del problema de decisión y su entorno. Entonces es recomendable hacer pausas cuando sea necesario y reexaminar la definición ya creada del problema.

Una pregunta apropiada para analizar la formulación del problema es:

¿Se está trabajando en el problema de decisión correcto?

Es particularmente importante cuestionar el problema cuando las circunstancias que envuelven a éste son muy variables o cuando se obtiene información nueva.

Las oportunidades para redefinir el problema son también oportunidades que frecuentemente llevan a tomar mejores decisiones.

Fase	3. Identificación de los componentes del problema de decisión y realización de cambios necesarios
Introducción	De aquí en adelante se hace más demandante la tarea de entender el problema de decisión. Al descomponer el problema en sus piezas y sus relaciones se puede asegurar la comprensión del mismo y finalmente se lleva a cabo -si es que se considera necesario- un rediseño del proceso de decisión e incluso de procesos relacionados.
Objetivo	El objetivo de esta fase es conocer cómo se lleva a cabo la decisión, así como conocer elementos que ayudarán en la construcción del modelo del problema de decisión. También, al conocer mejor detalles, podría surgir un cambio en la definición del problema y/o en la forma en que se lleva a cabo la decisión o decisiones del problema.

Entradas

Nombre	Fuente
Descripción textual del proceso	Fase 1
Modelado del proceso	Fase 1
Formulación formal del problema	Fase 2
Información del problema	Documentos referentes a los proceso del problema, resultados de entrevistas, etc.

Actividades primarias

A 3.1 De acuerdo al problema de decisión detectado, delimitar la acción de la decisión en el ámbito del problema estudiado.
A 3.2 Localizar las actividades correspondientes al proceso de decisión desde alto nivel.
A 3.3 Detectar las decisiones e identificar a los involucrados, las actividades internas a la decisión y resultados de la decisión.
A 3.4 Preocupaciones de los involucrados al llevar a cabo la decisión.
A 3.5 Detallar la información necesaria para la toma de decisiones, identificar a los documentos en los que esta contenida la información y quién los manipula.
A 3.6 Determinar qué incertidumbres existen (propias de una actividad o genéricas a la decisión llevada a cabo).
A 3.7 Investigar si existe información suficiente para manejar las incertidumbres.
A 3.8 Identificar los criterios de decisión.
A 3.9 Encontrar las reglas que no es posible estructurar.

A 3.10 Desarrollando alternativas.
A 3.11 Afinar la definición del problema de decisión.
A 3.12 Rediseño del aspecto de decisión del problema.

Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Modelado del aspecto actual de decisión del problema	Contiene el problema de decisión estudiado, representando el flujo de actividades y los componentes que forman al problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 4 • Fase 7
Modelado del aspecto de decisión del problema rediseñado	Contiene el problema de decisión rediseñado, representado las modificaciones en cuanto al flujo de actividades y los componentes del problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 4 • Fase 5 • Fase 6 • Fase 7 • Fase 8
Conocimiento de información y componentes del problema de decisión	Este es un producto intangible de esta fase, que se obtiene al realizar cada una de las actividades indicadas en esta fase y se representa por medio del modelado.	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 4 • Fase 5 • Fase 6 • Fase 7 • Fase 8
Formulación formal del problema	Este documento se refiere a ajustes o refinamientos a la formulación del problema ya realizada.	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 4 • Fase 5

Técnicas sugeridas

Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada
Entrevistas	El propósito de una entrevista es obtener información de individuos que poseen experiencia considerada importante para la obtención de información del proceso que enmarca al problema. Los registros de información que se obtengan pueden ser tanto notas, como grabaciones de voz, hasta diagramas de procesos.	A 3.3 A 3.4 A 3.5 A 3.6 A 3.7 A 3.8
Cuestionarios	Son una serie de preguntas por escrito, prefabricadas que son realizadas a las personas inmersas en el problema de decisión. El hecho de que sean por escrito es buscando que las personas tomen el tiempo necesario para contestarlas, pues son preguntas que deben ser contestadas después de un adecuado tiempo de razonarlas.	A 3.3 A 3.4 A 3.5 A 3.6 A 3.7 A 3.8

Observación	El procedimiento de la observación es un método organizado de observar y objetivamente registrar el comportamiento de uno o más individuos. El énfasis regularmente se centra en la productividad, los patrones de comportamiento, expresión de intereses y en las interacciones interpersonales (Methods, 2004).	A 3.3 A 3.4 A 3.5 A 3.6 A 3.7 A 3.8
Revisión de documentación	En algunas ocasiones las actividades cuentan con documentos relevantes a considerar, por ejemplo: formatos, información de respaldo, modelado de los procesos, etc.	A 3.3 A 3.4 A 3.5 A 3.6 A 3.7 A 3.8 A 3.9 A 3.10 A 3.11 A 3.12
Diagramas de Influencia	Por medio de estos diagramas, tres componentes de la estructura del problema de decisión son representados por formas específicas que son combinadas y conectadas para representar el problema modelado.	A 3.3 A 3.6 A 3.12
Modelo Global de la Decisión	Técnica diagramático que permite tener una visión de alto nivel de las decisiones dentro del problema, las actividades externas relacionadas con la decisión, resultados tanto de las decisiones como de las actividades e involucrados en ambas, los objetivos que se buscan al tomar la decisión y criterios de la decisión. Además, también es posible representar quiénes son las personas involucradas en la decisión o en las actividades que brindan soporte a la decisión.	A 3.3 A 3.6 A 3.7 A 3.8 A 3.12
RAD de Actividades Internas de la Decisión	Esta técnica de modelado, se basa en los RAD's, pero permite representar además elementos de decisión. Por medio de esta técnica, es posible representar de forma más detallada las actividades y decisiones representadas de manera abstracta en el Modelo Global de la Decisión.	A 3.3
Diccionario de Información Utilizada	Permite representar la información que entra y se produce en la decisión y más específicamente en cada actividad del Diagrama Detallado de Decisión, así como qué rol es el que manipula dicha información.	A 3.5 A 3.12
Diagramas Detallados de Decisión	Éstos son una extensión del RAD de Actividades Internas a la Decisión, ya que simplemente se agregan más elementos diagramáticos que	A 3.4 A 3.5 A 3.6

	permitan representar, estructurar y analizar de mejor manera el problema de decisión. Dichos elementos son: información necesaria para llevar a cabo las actividades en la toma de la decisión, incertidumbres, preocupaciones y marcadores de decisión.	A 3.7 A 3.12
--	--	-----------------

Las actividades de la primer fase de esta metodología están orientadas a estructurar y entender el ámbito del problema, en esta tercer fase la estructuración y entendimiento se enfoca en el problema de decisión y en sus componentes, es decir se realiza el “segundo nivel de estructuración” para el problema de decisión.

En la fase anterior se definió el problema de decisión y esta fase entre otras cosas serviría para conocer detalles que ayuden a definir mejor al problema, pero si por otro lado, al estar trabajando en las actividades de esta fase, se encuentra que el problema no fue bien definido o incluso no se está trabajando en el problema correcto es importante regresarse y volver a trabajar desde la fase anterior.

En este mismo sentido, también puede suceder que se llegue a la conclusión de que se requiere más información que la obtenida al estudiar el ámbito del problema. Si la información que se requiere tiene que ver con elementos básicos del ámbito del problema se recomienda que se regrese a la primer fase, pero si por el contrario la información tiene que ver con componentes de la decisión como los indicados en esta fase, se recomienda que se lleven a cabo, entrevistas, cuestionarios, observación, etc., que permitan la obtención de tales datos.

En cuanto a técnicas de modelado para los componentes de la decisión, James F. Courtney (Courtney, 2001) asegura que muchas herramientas y técnicas nuevas deben ser ideadas para ayudar a los analistas y/o tomadores de decisión a hacer frente al arreglo confuso de problemas interconectados que ellos están enfrentando. Por lo tanto, además de las técnicas de apoyo para la estructuración y entendimiento sugeridas en la primer fase, aquí se crean otras que están orientadas a estructurar los componentes del problema de decisión.

Los diagramas producidos aquí, ayudarán a poner en un mismo plano los componentes del problema de decisión y recordar todas las relaciones entre éstos para construir el modelo de decisión en una fase posterior.

A 3.1 De acuerdo al problema de decisión detectado, delimitar la acción de la decisión en el ámbito del problema estudiado.

Dado que ya se tiene un estudio del ámbito del problema y la definición del problema de decisión, es posible delimitar mejor los procesos que tienen que ver con el problema de decisión. Es importante que al delimitar el problema se tomen en cuenta varios factores por ejemplo, se puede encontrar que el problema va más allá de los recursos disponibles incluyendo el tiempo.

En tal caso el alcance del problema debe de ser reducido para enfocarse en lo que puede ser exitosamente resuelto con los recursos que se tienen disponibles (Marakas, 2003).

Entonces por medio de los modelos de los procesos es posible poner límites correspondientes al problema de decisión y por lo tanto enfocarse en la parte de los procesos que se le dará soporte por medio del DSS, de acuerdo a los recursos que se tienen.

De tal forma que, por ejemplo, se podría tomar la Gráfica Rica generada en **A 1.5** ó **A 1.8** y comenzar a señalar por medio de líneas los límites para el estudio del problema de decisión. De igual manera si se prefiere los límites pueden ser puestos sobre el RAD, IDEF0, Matriz Rol/Actividad, Diagramas de Actividad, etc, producidos en **A 1.7**. Es decir, la idea es que el estudio

de los procesos se enfoque en aquellos relacionados con el problema de decisión y que estos procesos sean fácilmente identificables.

A 3.2 Localizar las actividades correspondientes al proceso de decisión desde alto nivel.

Una vez determinados los límites del problema de decisión es posible concentrarse en las actividades que están relacionadas directamente con el problema de decisión, pero antes de detallar estas actividades es necesario localizarlas.

Debido a que hasta el momento las actividades de los procesos se encuentran representadas en alto o medio nivel, es posible tomar el modelado de los procesos delimitado, procedente de la actividad A 3.1 y marcar o indicar cuáles son las actividades de alto o medio nivel que tienen que ver con la actividad de toma de decisiones.

A 3.3 Detectar las decisiones e identificar a los involucrados, las actividades internas a la decisión, resultados de la decisión e información de entrada o producida por la decisión.

A partir de esta actividad se comienza a dar estructura al problema de decisión, por medio de identificar ciertos componentes de la decisión y representarlos gráficamente por medio del modelado.

Una vez que han sido localizadas las actividades de decisión, se procede a estudiar detalladamente como es que es tomada cada decisión, la información que se necesita y es producida para y al tomar la decisión, conocer si existen decisiones internas, identificar quiénes son los que llevan a cabo las decisiones, así como los afectados por éstas y saber qué actividades lleva a cabo cada involucrado para tomar las decisiones, así como el orden en el que son ejecutadas.

Una de las formas más comunes para modelar la estructura de los problemas de decisión son los diagramas de influencia (Marakas, 2003), de los cuales su notación se encuentra especificada en el Apéndice A. Estos diagramas pueden ser usados pero cabe aclarar que la representación de componentes del problema está limitada a las decisiones, incertidumbres y resultados finales.

Explícitamente se recomienda que sean usadas las técnicas de modelado que han sido creadas para los propósitos de este trabajo de tesis, las cuales representan varios de los componentes más importantes de los problemas de decisión, tales como: decisiones, resultados de la decisión, actividades externas relacionadas con la decisión, información necesaria y producida, actividades internas a la decisión, involucrados, preocupaciones de los involucrados e incertidumbres.

Entonces se recomienda que primero se tenga una visión de alto nivel de las decisiones, las actividades externas relacionadas con la decisión, resultados tanto de las decisiones como de las actividades e involucrados en ambas. Esta visión se puede tener al modelar estos aspectos por medio de la técnica “Modelo Global de la Decisión”, las especificaciones se encuentran en el Apéndice A.

Dado a que el objetivo del “Modelo Global de la Decisión” es ofrecer una vista de alto nivel de la decisión, las actividades internas no son representadas. Un ejemplo del “Modelo Global de la Decisión” se encuentra en el Apéndice C. Cada una de las decisiones representadas en el “Modelo Global de la Decisión” tiene asociadas un conjunto de actividades internas a la decisión, estas actividades son todas las que se necesita llevar a cabo para tomar la decisión.

En cuanto a las actividades internas a la decisión se recomiendan que sean representadas por medio de RAD's de Actividades Internas de la Decisión, teniendo en cuenta que se requiere que éstas sean detalladas lo más posible, pues al detallarlas se tendrán bien identificadas la actividades a las cuales se requiere dar soporte por medio del DSS. A cada decisión del "Modelo Global de la Decisión" corresponde un conjunto de actividades internas, esta relación se da gráficamente por medio de un número y un recuadro. Un ejemplo de esto se encuentra en el Apéndice C.

Nota: Los RAD's de Actividades Internas de la Decisión son diagramas que se basan en los RAD's simples pero que integran algunas otras notaciones gráficas que representan relación con las decisiones representadas en el "Modelo Global de la Decisión", además de que las actividades referentes a la decisión son muy detalladas.

A 3.4 Preocupaciones de los involucrados al llevar a cabo la decisión.

Poder identificar las preocupaciones de los involucrados en la decisión es de gran importancia para poder lograr que dentro del análisis de la decisión se encuentre representado el aspecto social que es base de la utilidad y aceptación de un DSS.

Para obtener estas preocupaciones se puede preguntar directamente a cada uno de los involucrados ¿cuáles son sus preocupaciones al tomar la decisión? ó en caso de que no se trate de personas que directamente toma la decisión sino que llevan a cabo tareas primordiales para que alguien mas tome la decisión se puede preguntar ¿cuáles son sus preocupaciones al llevar a cabo esas actividades intrínsecamente ligadas al proceso de decisión?

Las preocupaciones es un tema algo difícil de tratar y exponer por parte de las personas, debido a que se puede pensar que al hablar de preocupaciones indirectamente se está hablando de deficiencias de la toma de decisiones, por lo cual se recomienda que antes de esta entrevista se aclare las intenciones de la pregunta, indicando que el objetivo es poder brindarles un soporte adecuado a las necesidades reales del problema, tomando en cuenta el elemento social que es precisamente cada uno de los involucrados en la decisión.

De cualquier manera, en esta actividad se requiere ser muy perceptivo, pues la mayoría de las veces las personas se encuentran enviando señales inconscientes que pueden ser muy útiles al momento de delinear el aspecto social de la decisión.

Una vez que se tienen identificadas las preocupaciones de cada una de las personas que tienen un rol dentro del proceso de decisión se representan gráficamente sobre el RAD de Actividades Internas de la Decisión. Al representar gráficamente las preocupaciones –y posteriormente las incertidumbres- sobre el RAD de Actividades Internas de la Decisión, el modelado toma el nombre de Diagramas Detallados de Decisión, un ejemplo de éstos últimos se muestra en el Apéndice C.

A 3.5 Detallar la información necesaria para la toma de decisiones, identificar a los documentos en los que esta contenida la información, flujos y almacenes de la misma.

Dado que en el "Modelo Global de la Decisión" se representa en alto nivel la información que entra y se produce en la decisión, en esta actividad lo que se requiere es que la información sea desglosada, con el fin de que si en el "Modelo Global de la Decisión" se representa que para llevar a cabo la decisión "Decidir la fecha de cirugía para los pacientes" se requieren los datos del documento llamado "430200", en esta actividad se define que los datos particulares que son tomados de la "430200" son: nombre del paciente, número de afiliación, diagnóstico clínico y el

diagnóstico quirúrgico, tiempo estimado de duración de la cirugía, fecha de envío y nombre del médico que lo operará y su matrícula.

La forma en como gráficamente se representa esto se muestra en el Apéndice A.

A 3.6 Determinar qué incertidumbres existen (propias de una actividad o genéricas a la decisión llevada a cabo).

Si fuera posible determinar con certidumbre todos los posibles eventos dentro del contexto de un problema, entonces tomar decisiones complejas sería simple. La mayoría de los problemas tienen incertidumbres que deben ser tomadas en cuenta por el tomador de decisiones (Marakas, 2003).

En esta actividad se debe revisar cada una de las actividades internas a la decisión y registrar si se tienen incertidumbres al llevarlas a cabo, también puede haber incertidumbres genéricas a la decisión. Un ejemplo es: al verificar la disponibilidad de material requerido para la cirugía de los pacientes existe la incertidumbre de que no se tenga el material.

Al realizar lo anterior se produce una lista de incertidumbres y se eliminan las que no son significativas, por ejemplo: Que no sea posible usar la sala quirúrgica dada alguna anomalía en las instalaciones. Esta incertidumbre no es significativa para tomar en cuenta al predecir que suceda el evento, ya que casi nunca sucede (1 vez cada 2 meses o más). Es decir, de la lista de incertidumbres que se tiene, se debería de determinar ¿cuáles deberían de permanecer?, ¿cuáles no? y ¿por que? (Skinner, 1999).

La forma en como son representadas las incertidumbres en el modelado de los componentes de decisión se muestra en e Apéndice A.

A 3.7 Investigar si existe información suficiente para manejar las incertidumbres.

Las incertidumbres son situaciones que no están dentro del control directo del o los tomadores de decisiones y la probabilidad de que ocurra puede ser estimada dadas ciertas circunstancias.

La mayoría de las incertidumbres pueden ser valoradas usando probabilidades y/o analizando eventos pasados. Los dos puntos principales en esta actividad son: ¿se está dispuesto a pagar el precio en tiempo y quizá dinero por estimar la incertidumbre? y/o ¿se tiene la información para manejarla?

Aquí se debe de indagar más allá de los límites impuestos en un principio al problema de decisión, pues los datos que ayudarán a mitigar las incertidumbres se encuentran por lo regular en eventos pasados, por lo que se requiere que se tenga registro de éstos. Por ejemplo, al producir las programaciones de cirugías, un evento que las interrumpe es la llegada de urgencias, las cuales son inesperadas. La forma en como se podría estimar la llegada de una urgencia sería por medio de analizar los datos de las urgencias registradas en un periodo determinado de tiempo atrás y buscar patrones de ocurrencias.

Entonces es importante revisar cada una de las incertidumbres registradas y verificar si el proceso estudiado o el ámbito del proceso tienen la información histórica necesaria.

Las incertidumbres también pueden ser valoradas por personas expertas, por lo tanto estas personas deben ser identificadas.

Otro aspecto que debería tomarse en cuenta, es la calidad de la información que será usada para estimar las incertidumbres, esto debido a que puede suceder que los datos contenidos no estén bien organizados, no estén completos, no esté estandarizada o no sea del todo confiable. En cuyos casos el tiempo de estimación de las incertidumbres sería mucho mayor. Si se tiene que utilizar información no organizada o incompleta para estimar las incertidumbres, debido a que no existe más información o expertos, se debe buscar la ayuda de algún dueño del proceso, para tratar de completar y/o organizar dicha información.

A 3.8 Identificar los criterios de decisión.

Los criterios sirven para formar los objetivos de decisión. Para conocer los criterios de un problema de decisión, una vez que se tienen identificados todos los involucrados en el problema de decisión se debe preguntar individualmente ¿qué se toma en cuenta para decidirse por una opción y no por otra?. Por lo tanto, se recomienda que al principio se tenga una lista de criterios por persona y luego combinarlas para formar una sola. Aunado a esto, también deben tomarse en cuenta a las preocupaciones, pues muchas de ellas ayudan a definir criterios de decisión.

En cuanto a los criterios de cada miembro del grupo de toma de decisiones, puede suceder que éstos difieran, aunque se trate de la misma decisión. En tales casos se deben reconciliar las posiciones de los individuos del grupo, para lo cual se recomienda una reunión entre las partes en conflicto preguntar el ¿por qué de ese criterio?, ¿por qué es importante para cada uno de ellos?, es decir, que proporcionen argumentos para su posición; al hacer esto el usuario de esta metodología debe de servir de intermediario y analizar lo que sucede en la reunión, pues puede suceder que se llegue a un acuerdo al establecer un criterio que tome en cuenta los dos en conflicto y también puede llegarse a la conclusión de que los dos criterios son importantes, por lo que ambos deben ser representados.

La lista de criterios que se obtenga debe ser analizada, pues frecuentemente cuando se estudian problemas de toma de decisiones no estructurados, sucede que los criterios de decisión reunidos son muchos y/o son muy ambiguos. Una sugerencia para esto último es, plantear a los tomadores de decisiones escenarios de decisión hipotéticos tomando en cuenta a los criterios ya reunidos y preguntarles ¿qué harían en esos casos?.

Una vez que se tienen los criterios, se recomienda que también formen parte del Modelo Global de la Decisión, un ejemplo de éstos se encuentra en el Apéndice C.

A 3.9 Encontrar las reglas que no es posible estructurar.

En cuanto a la identificación de las reglas de los problemas de decisión, puede decirse que idealmente todas las que puedan existir en un problema de decisión deberían ser estructuradas gráficamente al detectar las actividades internas a la decisión. Por desgracia, la gran mayoría de los problemas de decisión poseen una complejidad que aunque puede ser presentada gráficamente, por ejemplo por medio de RAD's de Actividades Internas a la Decisión o Diagramas Detallados de Decisión, su representación traería más desventajas que ventajas a la estructuración del problema. Además, hay acciones que no tienen una temporalidad específica y por lo tanto no pueden fácilmente ser representadas.

Buscando detectar y representar adecuadamente este tipo de componentes existentes en todo problema de decisión, se sugiere que se encuentren las reglas que no son posibles de representar estructuralmente por medio de diagramas.

Es decir, cuando existen muchas condiciones y combinaciones de estas condiciones y no se tiene un orden específico en el cual sucedan las acciones, es mejor representarlas como reglas o condiciones que deban cumplirse. Por ejemplo, algunas de las reglas encontradas en la decisión que se lleva a cabo al programar cirugías son:

- El paciente no se opera si no hay material para su cirugía.
- Cuando se genera un hueco en la programación se elige otro paciente de los de la lista de espera, tomando en cuenta prioridades basadas en los criterios identificados.
- Para realizar las cirugías existe un horario de médicos que la practican.
- Si el médico tratante, no indica que él necesita operar al paciente, éste puede ser programado con cualquier otro doctor, hasta los fines de semana.

A 3.10 Desarrollando alternativas.

El último de los componentes que es necesario identificar y generar en esta fase, son las alternativas de solución. El desarrollar alternativas significativas es muy importante para poder tomar una buena o la mejor decisión, ya que si se está buscando tomar una “buena decisión” dentro de un conjunto donde no existen “buenas alternativas”, nunca podrá tomarse tal decisión.

Para generar alternativas adecuadas se sugiere lo siguiente:

- Tomar en cuenta a los criterios, ya que éstos se usan para guiar la búsqueda de buenas alternativas.
- Tomar en cuenta las diferentes perspectivas del problema, tales como el funcionamiento organizacional que lo envuelve, las personas y sus preocupaciones.
- Eliminar las restricciones que se cree hay en un problema pero que en realidad no existen, ya que no permiten pensar en buenas alternativas de solución.
- No evaluar las alternativas al momento que se están generando, ya que esto restringe la creatividad.

A 3.11 Afinar la definición del problema de decisión.

Con el conocimiento que se tiene del problema, éste puede ser redefinido si se encuentra que se requiere un ajuste o si se descubrió que no se está estudiando el problema correcto, en este último caso podría ser necesario realizar de nuevo las actividades de esta fase.

A 3.12 Rediseño del aspecto de decisión del problema.

Hasta este punto el análisis del problema de decisión ha sido realizado casi por completo y ahora es posible encontrar debilidades y problemas en el proceso de decisión, que pueden ser minimizados o eliminados al rediseñar el proceso de decisión y/o actividades relacionadas.

En general el rediseño de un proceso de decisión se lleva a cabo desde dos puntos de vista. El primero tiene que ver con el aspecto de decisión, es decir, verificar que los elementos de decisión sean tomados en cuenta adecuadamente al decidir, buscando siempre manejar el problema de decisión presente de forma efectiva. El segundo se refiere al rediseño de la coordinación y a la redefinición de roles de los agentes o involucrados en la decisión grupal, siendo este último tipo de rediseño realizado en la fase 7.

Particularmente en esta actividad se realiza el rediseño del aspecto de decisión del problema estudiado, pero se recomienda que esta actividad y la actividad de rediseño de la fase 7 sean realizadas al mismo tiempo, buscando que el rediseño completo sea consistente desde los dos puntos de vista.

Para el rediseño desde el punto de vista de la decisión, es importante estar conscientes de los posibles problemas en los procesos de decisión que se pudieran presentar, para tratar de evitarlos al modificar los procesos necesarios. Algunos de estos problemas son:

- Existencia de actividades ilógicas que entorpecen la realización del proceso de decisión.
- Inconsistencia y ambigüedad en los criterios tomados en cuenta.
- Problemas de decisión con muchos elementos inciertos no tomados en cuenta, y que por lo tanto afectan la efectividad de la decisión.
- Incertidumbres mal estimadas.
- Falta de planeación para recolectar información relevante al problema de decisión.
- Criterios de la toma de decisiones en conflicto.
- Que no se generen o se tomen en cuenta buenas alternativas.

Al tener un rediseño del problema de decisión y posiblemente de las actividades externas relacionadas, es importante que se realicen también estas modificaciones sobre los diagramas creados, ya que seguirán siendo de ayuda en las fases posteriores. Además para la realización de estas fases siguientes se debe estar trabajando sobre el modelado del proceso de decisión rediseñado. Por lo tanto, el diagrama del modelo global de la decisión, el diccionario de información utilizada y el diagrama detallado de decisión, deben ser actualizados, si es que hubo algún rediseño.

Fase	4. Establecimiento de los objetivos de decisión
Introducción	Las decisiones deberían de mostrar a dónde se quiere llegar. Si se requiere un nuevo empleado ¿se necesita a una persona disciplinada o creativa? y/o ¿alguien con un punto de vista fresco o alguien con experiencia?. Los objetivos son muy importantes porque ellos forman las bases para evaluar las alternativas.
Objetivo	Determinar cuáles son los objetivos globales de la decisión, así como los de cada uno de los individuos involucrados en el proceso de decisión.

Entradas

Nombre	Fuente
Formulación formal del problema	Fase 2
Conocimiento acerca de información y componentes del problema de decisión	Fase 3
Modelado del aspecto de decisión del problema	Fase 3
Información del problema	Documentos referentes a los procesos que enmarcan al problema, resultados de entrevistas, etc.

Actividades primarias

A 4.1 Identificar los principales puntos de vista en relación a la decisión.
A 4.2 Convertir la lista de inquietudes en objetivos precisos y conciliar conflictos.
A 4.3 Acotar el número de objetivos y detectar los objetivos ideales.
A 4.4 Identificar si existe la información suficiente para caracterizar a los objetivos.
A 4.5 Establecer los sub-objetivos y objetivos fundamentales.
A 4.6 Determinar la importancia de los objetivos.

Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Objetivos de decisión	Documento que contiene el conjunto de objetivos de cada decisión, identificando qué roles tienen que ver con cada uno de los objetivos y/o sub-objetivos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase 6 ▪ Fase 8

Técnicas sugeridas

Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada
Cuestionario	Son una serie de preguntas por escrito, pre-fabricadas que son realizadas a las personas inmersas en el problema de decisión. El hecho de que sean por escrito es buscando que las personas tomen el tiempo necesario para contestarlas, pues son preguntas que deben ser contestadas después de un adecuado tiempo de razonarlas.	A 4.1 A 4.3 A 4.6
Entrevistas	El propósito de una entrevista es obtener información de individuos que poseen experiencia considerada importante para la obtención de información del proceso que enmarca al problema. Los registros de información que se obtengan pueden ser tanto notas, como grabaciones de voz, hasta diagramas de procesos.	A 4.1 A 4.2 A 4.3 A 4.4 A 4.5 A 4.6
Observación	El procedimiento de la observación es un método organizado de observar y objetivamente registrar el comportamiento de uno o más individuos. El énfasis regularmente se centra en la productividad, los patrones de comportamiento, expresión de intereses y en las interacciones interpersonales (Methods. 2004).	A 4.1 A 4.2 A 4.3 A 4.6
Revisión de documentación	En algunas ocasiones las actividades cuentan con documentos relevantes a considerar, por ejemplo: formatos, información de respaldo, modelado de los procesos, etc.	A 4.2 A 4.3 A 4.4 A 4.5 A 4.6
Modelo Global de la Decisión	Técnica diagramático que permite tener una visión de alto nivel de las decisiones dentro del problema, las actividades externas relacionadas con la decisión, resultados tanto de las decisiones como de las actividades e involucrados en ambas, los objetivos que se buscan al tomar la decisión y criterios de la decisión. Además, también es posible representar quiénes son las personas involucradas en la decisión o en las actividades que brindan soporte a la decisión.	A 4.5

A 4.1 Identificar los principales puntos de vista en relación a la decisión.

Una vez que se tienen identificados todos los involucrados en el problema de decisión se debe preguntar individualmente ¿qué es lo que desearía de la decisión?, ¿qué es lo que les gustaría evitar si el resultado de la decisión fuera el peor de acuerdo a sus inquietudes?, ¿cuál sería el aspecto positivo de la mejor alternativa para ellos?, ¿cuál sería el aspecto negativo de la peor alternativa para ellos?, ¿cómo justificarían su decisión a alguien más?.

Por medio de este tipo de preguntas, los criterios y las preocupaciones de los involucrados, detectadas en la fase anterior, es posible comenzar a identificar los objetivos que los involucrados persiguen al tomar la decisión y consecuentemente los objetivos de globales de la decisión.

En seguida se analiza la información obtenida en esta actividad y se identifican los principales puntos de vista en relación a la decisión.

A 4.2 Convertir la lista de inquietudes en objetivos precisos y conciliar conflictos.

De los principales puntos de vista en relación a la decisión identificados en la actividad anterior, los criterios y las preocupaciones de los involucrados en la decisión, se deben determinar los objetivos de la decisión. Un consejo para hacer esto de una forma fácil es construir el objetivo con un verbo y un objeto, tal como: “Minimizar costos ...”, “Reducir el daño ambiental ...”, etc.

En esta actividad se busca que los objetivos sean cortos y claros. Para hacerlos precisos es necesario contestar a las preguntas: ¿qué es lo que quiere decir este objetivo? y ¿por qué se está considerando como importante?.

Al construir los objetivos, seguramente se identificarán algunos que tienen que ver con aspectos sociales y organizacionales, a los cuales hay que prestar especial atención debido a que en primer lugar, los primeros no son fácilmente cuantificables y en segundo lugar, ambos son básicos para incluir estas perspectivas en el modelo de decisión y posteriormente en el GDSS desarrollado.

Por otro lado, la mayoría de los problemas de decisión grupales no tienen un único objetivo sino varios, en tales casos se trata de problemas de decisión multi-objetivo. En este sentido, al igual que al identificar criterios, puede suceder que los objetivos de dos o más miembros del grupo tomador de decisiones, estén en conflicto, por lo que, de la misma forma que se hizo con los criterios, se debe analizar la situación de decisión y determinar un objetivo que reconcilie las partes en conflicto.

Para ilustrar lo anterior con un ejemplo se tiene la situación en donde los padres de familia necesitan escoger cuál será la mejor escuela primaria para su hija, en tal caso se tienen varios objetivos en común, para los cuales no hay conflicto, pero en cuanto al uso de uniformes, la madre tiene como objetivo escoger una escuela en donde exista diversidad en el vestido, ya que ella cree que eso es mejor para los niños al permitirles conocer varios estilos de vida por medio del vestir; y por otro lado el padre quiere una escuela en donde el uso de un uniforme sea obligatorio, ya que de esta forma se evita la competencia en cuanto al vestuario. Por lo que, al analizar la situación y dialogar acerca de sus motivos, el objetivo que concilia esos dos puntos de vista es: “Encontrar una escuela que promueva la diversidad en los diferentes estilos de vida, ya sea por medio del vestir o los intereses”.

El tener objetivos en conflicto no quiere decir que uno de ellos deba ser eliminado o que los dos estén mal, sino simplemente deben ser analizados para asegurarse de que los dos son importantes o determinar uno que tome en cuenta ambas posiciones en conflicto.

Entonces, al final de esta actividad se debe tener un conjunto de objetivos por rol, los cuales deben ser analizados en la siguiente actividad, para asegurar que capturan los intereses de los involucrados en la decisión.

A 4.3 Acotar el número de objetivos y detectar los objetivos ideales.

Para verificar si efectivamente, los objetivos, capturan los intereses de los involucrados en la decisión, es necesario hacer una lista de alternativas potenciales -que cumplan con los objetivos señalados por los involucrados- para el problema de decisión en cuestión, y preguntar a los individuos en la decisión si estarían cómodos si se eligiera cualquiera de ellas. Si la respuesta llega a ser “no” puede ser que el conjunto de objetivos sea muy grande o se este omitiendo alguno o algunos. Entonces es necesario reexaminarlos.

Aquí puede suceder que algunos objetivos cambien, que un objetivo agrupe a otros 2 ó 3; ó que se eliminen objetivos.

Por otro lado, dado a que las tareas hasta este momento han sido para identificar y dar forma a los objetivos que se persiguen al tomar la decisión, es preciso determinar cuáles de estos objetivos son realmente tomados en cuenta en el problema de decisión estudiado. Esto debido a que en la mayoría de los problemas de decisión no estructurados, los tomadores de decisiones dicen tener objetivos que en realidad no son tomados en cuenta a la hora de tomar las decisiones. Por lo tanto, el siguiente paso es identificar qué objetivos son realmente tomados en cuenta para el problema estudiado y cuáles no; así como cuáles de estos deberían ser incluidos debido a que aportarían mejoras a la forma en como se toma la decisión.

El análisis de qué objetivos son realmente tomados en cuenta para el problema se debe realizar de forma separada, de acuerdo a la decisión en cuestión y agrupando a los objetivos de los roles que la llevan a cabo. Por ejemplo, si el problema que estamos estudiando consta de 3 decisiones, se debe analizar los objetivos que se persiguen al tomar la decisión número uno y luego los objetivos que se persiguen al tomar la decisión número dos y así sucesivamente. Además, se deben reunir los objetivos de los roles que participan en cada una de las decisiones, por ejemplo, si para tomar la decisión número uno intervienen dos personas, se deben reunir los objetivos que tienen esas dos personas al tomar esa decisión en particular.

A 4.4 Identificar si existe la información suficiente para caracterizar a los objetivos.

Dado que ya se tiene una clasificación de objetivos por decisión llevada a cabo y por roles, ahora es importante identificar cómo pueden ser tomados en cuenta dichos objetivos al decidir, para lo cual se debe identificar si existe la información suficiente para caracterizar a los objetivos y si el rol tiene la responsabilidad suficiente para tomar en cuenta esos objetivos en su decisión.

Por ejemplo, puede suceder que al entrevistar a los roles que toman la decisión de a qué proveedor comprar cierta materia prima, expresen que toman en cuenta el centro de operaciones de cada proveedor, pero en realidad al revisar la información que los tomadores de decisión tienen, en ninguna parte se encuentra registrado este dato. Esto quiere decir que en realidad no están tomando en cuenta este dato para el objetivo que quieren alcanzar, es decir no tienen información para

caracterizar al objetivo correspondiente. En este punto, puede sugerirse dentro del proceso cambios que permitan que se lleve un registro de la información necesaria para caracterizar los objetivos.

A 4.5 Establecer los sub-objetivos y objetivos fundamentales.

Una vez que se tiene el conjunto de objetivos -que sí pueden ser caracterizados con la información existente-, es necesario organizarlos como objetivos y sub-objetivos. En la fase anterior se identificaron criterios y en esta fase muchos de ellos se conservan pero en forma de objetivos, ahora se requiere hacer una revisión de todos esos objetivos y analizar cuáles de ellos están orientados a lograr un mismo fin.

Una recomendación en cuanto a esto es preguntar, para cada objetivo: ¿por qué? y ¿para qué?. Por ejemplo, al decidir qué pacientes del área de traumatología serán operados en un hospital, se escogen a los pacientes que según la duración que tendrá su cirugía permitan: “maximizar el uso de quirófanos”. Es decir, éste es uno de los objetivos que se persigue y al preguntarse ¿para qué se requiere maximizar el uso de quirófanos?, se tiene la respuesta: “para aprovechar mejor los recursos del hospital”; y una vez más se pregunta ¿por qué? y se responde que para “minimizar los costos al hospital por concepto de llevar a cabo la cirugías de traumatología”. De esta forma, al no encontrar más ¿por qué?, se determina que éste último, es el objetivo fundamental y el objetivo “maximizar el uso de quirófanos” es un sub-objetivo.

Poder determinar los sub-objetivos y los objetivos fundamentales, es muy importante al querer evaluar alternativas, pues la mayoría de las opciones son evaluadas directamente en términos de los sub-objetivos e indirectamente a través de los objetivos fundamentales. Aunque cabe destacar que las decisiones deben ser tomadas en términos de los objetivos fundamentales.

Una vez que la lista de objetivos ha sido analizada, se recomienda que los objetivos identificados –tanto los sub-objetivos como los objetivos fundamentales- se integren al “Modelo Global de la Decisión” del problema en estudio construido en la fase 3, ya que por medio de éste y los “Diagramas Detallados de Decisión” se tendrán identificados los elementos más importantes del problema de decisión. Un ejemplo se encuentra en el Apéndice C.

A 4.6 Determinar la importancia de los objetivos.

El último paso para el establecimiento de los objetivos de decisión es el analizar y determinar la importancia que tiene cada uno de ellos. Es decir, al realizar cualquier decisión se toman en cuenta varios objetivos –como ya se mencionó-, pero algunos objetivos tienen más peso que otros, de tal forma que si se tienen dos alternativas muy buenas, de las cuales una alternativa que cumple al 100% con un objetivo y la otra al 100% con otro objetivo, se elige la que cumple con el objetivo más importante, de acuerdo al grupo tomador de decisiones. Es importante mencionar que los objetivos deben seguir agrupados por decisión y por rol.

La importancia puede ser establecida por medio de porcentajes o también puede establecerse cualquier otro rango de elección. Dado que se tienen objetivos fundamentales y sub-objetivos, la idea es determinar la importancia de todos. Cabe mencionar que determinar el grado de importancia es una de las tareas más difíciles, pues por lo regular intervienen juicios subjetivos. Esta propuesta para determinar la importancia de cada objetivo es meramente semi-cuantitativa.

En particular, para llevar a cabo esta tarea, se recomienda que se construyan –una vez más- escenarios hipotéticos dentro del contexto de decisión en estudio, en donde se tengan alternativas

que cumplan con los objetivos para lo que se quiere establecer la importancia, preguntar qué alternativa se elegiría y de esta forma determinar qué objetivos tienen más peso. Se recomienda que las preguntas contemplen varias combinaciones de objetivos.

Otra recomendación adicional para esto es, presentar a los tomadores de decisiones, la lista de criterios y pedir que les den valores de acuerdo a su importancia a la hora de decidir.

Siempre que sea posible, se recomienda que a la importancia que se determine para cada uno de los objetivos, se le asigne un valor numérico, con el fin de poder evaluar semi-cuantitativamente las alternativas si así se requiere. En este sentido, esto debe ser especialmente tomado en cuenta a la hora de construir un GDSS, ya que para lograr un soporte adecuado a la toma de decisiones donde intervienen aspectos sociales, se debe cuidar que el soporte tenga una flexibilidad adecuada en cuanto al peso numérico de los criterios y en cuanto a la exploración de alternativas de decisión.

Fase	5. Análisis del modelo de decisión adecuado
Introducción	Los modelos de decisión son los elementos centrales en cualquier situación de decisión, pues la función que desempeñan es indispensable. En general, en cuanto a los modelos se puede decir que ayudan a entender decisiones, ya sea financieras, de mercado, etc., debido a que representan la realidad de un problema y permiten analizar y categorizar las alternativas de solución que se tienen.
Objetivo	Poder determinar cuál es el modelo apropiado a la situación particular de decisión, dado que los problemas de decisión que se presentan en las organizaciones pueden ser muy variados, por lo tanto los modelos de decisión, igualmente pueden tomar muchas formas.

Entradas

Nombre	Fuente
Formulación formal del problema	Fase 2
Conocimiento acerca de información y componentes del problema de decisión	Fase 3
Modelado del aspecto de decisión del problema	Fase 3

Actividades primarias

A 5.1 Identificar de qué tipo de problema se trata.
A 5.2 Determinar el principio de elección.
A 5.3 Analizar las categorías generales de modelos.
A 5.4 Identificar qué roles utilizarán qué modelos.
A 5.4 Determinar si se usarán modelos ya existentes, se crearán o se modificarán los existentes.

Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Grupo de modelos de decisión.	Conjunto de modelos que se usarán en el análisis de alternativas, así como la función particular dentro del problema de decisión, el rol que lo utiliza y si se trata de un modelo nuevo, existente o modificado.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase 6 ▪ Fase 7

Técnicas sugeridas

Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada
Revisión y análisis de información recabada	En algunas ocasiones se requiere analizar información obtenida en fases anteriores, ya sea en forma textual o por medio del modelado de los procesos o del problema de decisión.	A 5.1 A 5.2 A 5.3 A 5.4 A 5.5

Los modelos de decisión son los elementos centrales en cualquier situación de decisión, pues la función que desempeñan es indispensable. En general, en cuanto a los modelos se puede decir que ayudan a entender decisiones, ya sea financieras, de mercado, etc., debido a que representan la realidad de un problema y permiten analizar y categorizar las alternativas de solución que se tienen. En este sentido se debe tener muy en cuenta que un modelo no toma las decisiones.

Cabe destacar que los problemas de decisión que se presentan en las organizaciones pueden ser muy variados, por lo tanto los modelos de decisión, igualmente pueden tomar muchas formas, ya que pueden ser representados como expresiones matemáticas, sentencias en lenguaje natural o programas de cómputo. Entonces, un aspecto importante en los problemas de decisión es el poder determinar cuál es el modelo apropiado a la situación particular de decisión.

Antes de continuar, algo que es muy importante aclarar y tomar en cuenta es que para construir todos los modelos necesarios que permitan analizar las alternativas, la mayoría de las veces se requiere de especialistas en la construcción de modelos, sobre todo cuando se trata de problemas de gran escala. En esta fase y la siguiente se dan algunas recomendaciones para elegir el modelo o modelos adecuados y para estructurarlos una vez determinados. En general, la construcción de los modelos de decisión es algo difícil, por lo que para un conocimiento más profundo en cuanto a modelos de decisión, existen libros especializados que discuten cómo estructurar tipos específicos de modelos como de simulación, programación lineal, etc.

A 5.1 Identificar de qué tipo de problema se trata.

En este punto, la información que se conoce del problema ya es muy amplia y profunda, por lo tanto es posible determinar, en términos generales de qué tipo de problema de decisión se trata. Para esto, aunque cada problema es diferente y tiene características muy propias, Hossein Arsham (Arsham, 2004) identificó un conjunto de tipos de problemas de decisión, los cuales se muestran brevemente a continuación:

- *Análisis costo-beneficio.* Consiste en dada una evaluación de costos y beneficios, ¿cuál opción debería ser recomendada?.
- *Pronósticos.* Usando series de tiempo contestar a preguntas tales como: ¿Qué demanda tendrá determinado producto? ¿Cuáles son los patrones de venta? ¿Cómo afectarán las ventas a los presupuestos?.
- *Finanzas e inversión.* ¿Cuánto capital se requiere? ¿Cuánto cuesta el capital?.
- *Control de inventarios y almacén.* ¿Cuál debe de ser el nivel del inventario? ¿Cuándo se debería de realizar una orden? ¿Cuánto se debería de ordenar?.
- *Asignación, distribución y transportación.* ¿Cuál es la mejor asignación de recursos para una operación? ¿Qué recursos son necesarios? ¿Qué recursos son limitados?.
- *Planeación de fuerza de trabajo.* ¿Cuántos empleados se necesitan?.
- *Planeación y control de proyectos.* ¿Cuánto durará un proyecto? ¿Cuáles son las actividades más importantes? ¿Cómo deberían ser usados los recursos?.
- *Colas y congestiones.* ¿Qué tan grandes son las colas? ¿Cuántos servidores se deberían de usar? ¿Qué nivel de servicio se está proporcionando?.
- *Política de confiabilidad y reemplazo.* ¿Qué tan bien está el equipo trabajando? ¿Qué tan confiable es? ¿Cuándo se debería de reemplazar?.
- *Secuencia y calendarización.* ¿Qué actividad o trabajo es más importante? ¿En qué orden deberían ser llevadas a cabo las actividades o trabajos?.

Es importante identificar de qué tipo de problema se trata, pues con base en esto es más fácil construir el modelo de decisión adecuado al problema.

A 5.2 Determinar el principio de elección.

Al igual que en la actividad anterior, de acuerdo a la información que se tiene del problema de decisión, es posible determinar el principio de elección. Éste se refiere al tipo de solución que se busca al tomar la decisión la cual podría ser: óptima o suficientemente buena.

Una solución óptima implica que la alternativa buscada debe ser demostrablemente la mejor de todas las alternativas posibles y en una solución suficientemente buena, el tomador de decisiones establece un nivel deseado que algunas veces podría no ser cuantitativo (Turban, 1995).

Una ayuda al determinar el principio de elección para el problema, es tomar en cuenta que para lograr una solución óptima se deben explorar todas las alternativas posibles que den solución al problema, por lo tanto si el problema de decisión presenta muchísimas alternativas de decisión podría no ser factible analizarlas todas por lo que el principio de elección más adecuado sería una solución suficientemente buena, ya que para este principio de elección se requiere analizar sólo un conjunto de todas las alternativas posibles.

A 5.3 Analizar las categorías generales de modelos.

Aunque a continuación se explican algunas categorías generales de modelos de decisión relacionadas con el tipo de problema que se tiene, la investigación muestra que el elegir un modelo de decisión sobre otro, depende de la experiencia en la técnica elegida del tomador de decisiones (Marakas, 2003), es decir en general se escogen los modelos con los que el analista o el tomador de decisiones se siente más familiarizado.

Por otro lado, también existe basta experiencia en relacionar ciertas categorías generales de modelos a tipos de problemas de decisión (Power, 2000). Además es importante destacar que cada modelo tiene un propósito específico y se deben de incluir todos los modelos que ayuden a analizar las alternativas. De esta forma, algunos de los modelos son bloques de construcción de otros modelos cuantitativos. Por ejemplo, un modelo de regresión puede ser parte de un modelo de pronósticos que da soporte a un modelo de planeación financiera.

Una vez que se conoce esta información en cuanto a los modelos de decisión, en seguida se mencionan las categorías generales de modelos que podrían ser tomados en cuenta de acuerdo al tipo de problema de decisión que se esté tratando (Turban, 1995) (Power, 2000):

- *Modelos contables y financieros.* Incluye modelos para decidir el precio de venta para un determinado producto, modelos de presupuestos financieros. Pueden ser aplicados a problemas de costo-beneficio, de pronósticos, finanzas e inversión, planeación estratégica.
- *Modelos de análisis de decisiones.* Esta es una categoría muy general de modelos usados en el análisis de decisiones. Por lo regular se usa cuando se tiene un número finito y pequeño de alternativas; y pueden ser usados tanto para problemas con objetivo único como para problemas con múltiples objetivos. Por lo tanto si cualquiera de los tipos de problemas antes mencionados cumple con estas características, es posibles utilizar este tipo de modelos. Para objetivos únicos pueden ser usadas las tablas de decisión y los árboles de decisión, y los problemas con objetivos múltiples pueden ser analizados por medio de varias técnicas, entre ellas el Análisis de Utilidad Multi-Atributo y el Proceso Jerárquico-Analítico.

- *Modelos de pronósticos.* El principal uso de los pronósticos es predecir el valor de variables en determinado momento en el futuro. Este tipo de modelos pueden ser usados para problemas de pronósticos y en general para cualquier tipo de problema que requiera conocer lo que pasará en el futuro en términos de algunas variables. Por lo regular los modelos de pronósticos son cuantitativos, pero también puede haber modelos subjetivos, los cuales son usados cuando los modelos cuantitativos son inapropiados o no pueden ser usados. La presión del tiempo, la falta de datos, la falta de dinero o la complejidad de datos históricos son algunas de las causas para no usar modelos cuantitativos.
- *Modelos de optimización y redes de trabajo.* Problemas de planeación y control de proyectos, asignación, distribución y transportación, pueden ser formulados usando este tipo de modelos. De esta forma, algunas de las aplicaciones de estos modelos son: administración de proyectos, determinación de rutas de vuelos, calendarización, etc. Algunos de los modelos más usados, referentes a optimización se encuentran dentro del área de la programación lineal.
- *Modelos de Simulación.* Una amplia variedad de problemas pueden ser evaluados usando simulación, dentro de los cuales se encuentran: control de inventarios y almacén, planeación de fuerza de trabajo, colas y congestiones, confiabilidad y reemplazo, y por último problemas de secuencia y calendarización. Los modelos de simulación son necesarios cuando el problema bajo estudio es demasiado complejo para ser evaluado usando modelos de optimización.

Por lo tanto, dadas estas categorías generales de modelos, ahora resulta más fácil identificar cuáles son los modelos que mejor se adaptan al problema de decisión que se está estudiando. Como ya se mencionó algunas veces es necesario tener más de un modelo para el análisis de las alternativas de decisión, por lo tanto es necesario tomar esto en cuenta.

A 5.4 Identificar qué roles utilizarán qué modelos.

Para realizar esta actividad, en primer lugar hay que tomar en cuenta las responsabilidades de cada rol dentro del proceso de decisión y si hubo una posible reasignación de responsabilidades o algún cambio de rol, al realizar el rediseño del proceso.

Es decir, cada rol, de acuerdo a su responsabilidad dentro del proceso de decisión puede manipular uno o más de los modelos determinados, pero además, de acuerdo al rediseño que se realizó, puede resultar que un rol tenga ahora más responsabilidades, para lo cual podría necesitar el uso de otros modelos de decisión.

A 5.5 Determinar si se usarán modelos ya existentes, se crearán o se modificarán los existentes.

Una vez que ya se tomaron en cuenta qué modelos se requieren al analizar las diferentes alternativas, para llevar cabo de forma completa el análisis del modelo de decisión, sólo resta determinar si los modelos se deben construir, usar los ya existentes o realizar una modificación para adecuarlos completamente.

En este sentido puede suceder que cuando se estudien más a fondo los modelos de decisión a utilizar, se encuentre que ningún modelo se adapta por completo a la situación de decisión, en tal caso se podría requerir una modificación a alguno existente o crear un modelo nuevo. Esto tiene muchas posibilidades de ocurrir sobre todo cuando se trata de tomar en cuenta aspectos organizacionales y sociales del problema.

Por último, se recomienda que se realice un condensado de los modelos de decisión, indicando la categoría general a la que pertenecen (dado el caso de que no sean creados desde cero); si será usada una instancia de éste, una modificación o se trata de un modelo creado, una pequeña descripción de su objetivo dentro del contexto del problema y el rol que lo utilizará. Un ejemplo de este documento se muestra en el Apéndice C, identificado como S.5.4.

Fase	6. Estructuración del modelo(s) del problema de decisión
Introducción	La estructuración del modelo de decisión se refiere a reunir de forma organizada toda la información que se conoce del problema y poder así analizar las alternativas de solución que se tengan. De forma general, los modelos transforman entradas de los usuarios y datos en información útil para la decisión. Por lo tanto, los modelos son componentes muy importantes al tomar decisiones, pues malos modelos llevan a malas decisiones.
Objetivo	Ayudar a organizar la información que ya fue obtenida en fases anteriores para establecerla de acuerdo al modelo ó modelos que se detectaron más adecuados y determinar la forma en como serán evaluadas las alternativas.

Entradas

Nombre	Fuente
Conocimiento acerca de información y componentes del problema de decisión	Fase 3
Modelado del aspecto de decisión del problema	Fase 3
Objetivos de decisión	Fase 4
Grupo de modelos de decisión	Fase 5

Actividades primarias

A 6.1 Identificar cuáles modelos representan directamente al problema y cuáles servirán de soporte indirecto.
A 6.2 Identificar las variables y las relaciones de cada modelo del problema.
A 6.3 Examinar si es apropiado asumir incertidumbre, certidumbre o riesgo en la situación de decisión.
A 6.4 Hacer cualquier pronóstico si es necesario.
A 6.5 Establecer la forma de evaluar alternativas.

Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Modelo o modelos analíticos de soporte a la decisión	Conjunto de modelos analíticos que permiten dar soporte a actividades que llevan a cabo los tomadores de decisiones como: analizar alternativas, estimar incertidumbres, etc.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase 8

Técnicas sugeridas

Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada
Revisión y análisis de información recabada.	En algunas ocasiones se requiere analizar información obtenida en fases anteriores, ya sea en forma textual o por medio del modelado de los procesos o del problema de decisión.	A 6.1 A 6.2 A 6.3 A 6.4 A 6.5

La estructuración del modelo siempre debe existir en un problema de decisión, tanto al usar modelos ya existentes, como al modificarlos y con más razón al crear uno.

De forma general, los modelos transforman entradas de los usuarios y datos en información útil para la decisión. Por lo tanto, los modelos son componentes muy importantes al tomar decisiones, pues malos modelos llevan a malas decisiones. Una vez más se menciona que lo recomendable es que se utilicen los conocimientos de personas especialistas en la estructuración de modelos cuando se trata de problemas muy difíciles.

Antes de comenzar con la primer actividad, es necesario conocer que el modelo debe mantenerse lo más simple posible, buscando que proporcione la información suficiente acerca del mejor curso de acción.

A 6.1 Identificar cuáles modelos representan directamente al problema y cuáles servirán de soporte indirecto.

Dado que los tres elementos básicos que los problemas de decisión tienen son: las alternativas (¿Qué es posible hacer?), la información (¿Qué se conoce?) y las preferencias u objetivos (¿Qué es lo que se busca?); quizá uno de los modelos sea el que represente a los tres elementos y se tengan dos o tres modelos que ayuden a obtener información, ó puede suceder que uno de los modelos represente la información y los objetivos pero que otro modelo ayude a generar las alternativas. Indirectamente esto ya fue identificado en la fase anterior al determinar el objetivo de los modelos a utilizar para el problema.

Por ejemplo, puede ser que en la fase anterior se haya se determinado que los modelos de decisión adecuados para cierto problema son tres: Modelo de Análisis de Decisiones Multi-Atributo, Modelo de Optimización y Modelo de Pronóstico. De los cuales de acuerdo al problema de decisión, se determina que el Modelo de Análisis de Decisiones Multi-Atributo, es el que representará a los tres elementos del problema de decisión, pero las alternativas serán generadas por medio del Modelo de Optimización y alguna parte de la información incierta que se tiene en el problema será estimada por un Modelo de Pronóstico.

A 6.2 Identificar las variables y las relaciones de cada modelo del problema.

Las variables que se necesita especificar para el modelo, son precisamente las alternativas, la información, las preferencias y objetivos; pudiendo ser estas a su vez formadas por más variables.

Para realizar esta identificación de variables y relaciones, se requiere que los modelos detectados sean asociados a los roles que los manipulan, ya que al ir identificando las variables y relaciones en los modelos, se debe también ir verificando si existen los datos organizacionales que dan valor a dichas variables y que por lo tanto sea posible incluir esa variable en el modelo. Para lo cual, una forma de verificar esto es, recurrir a los Diagramas Detallados de Decisión localizar los roles que participan y la información que manipulan, la cual se encuentra de forma más detallada en los Diccionarios de Información Utilizada para la Decisión.

Afortunadamente toda esta información ya ha sido identificada por medio de las fases 3 y 4 de esta metodología. Por ejemplo, “lo que se conoce” del problema está integrado por la información que se necesita, manipula y genera para tomar las decisiones, así como la forma en que es tomada la decisión. Lo identificado como criterios de decisión y objetivos integran “las preferencias u objetivos”. Cabe aclarar que para algunos problemas, “las alternativas” no se conocen en este

momento, sino que pueden ser generadas hasta el momento de su solución. Pero si para la situación de decisión se tienen alternativas potenciales, éstas ya debieron ser identificadas en la fase 3.

De tal forma, que toda esta información ya se tiene estructurada por medio del Modelo Global de la Decisión, los Diagramas Detallados de Decisión y el Diccionario de Información Utilizada, de donde simplemente deben ser tomadas las variables y las relaciones clave o significativas dentro del problema, las cuales deben ser estructuradas de acuerdo al modelo o modelos que se identificaron como adecuados para el problema particular de decisión.

A 6.3 Examinar si es apropiado asumir incertidumbre, certidumbre o riesgo en la situación de decisión.

En la fase 3, ya fueron identificadas las incertidumbres y también ya fueron analizadas cuáles de estas pueden ser tratadas por medio de información que permite hacer predicciones (situaciones de riesgo). Esta información ahora debe ser tomada en cuenta para complementar el modelo, ya que la mayoría de las formas de tratar a las incertidumbres es por medio de la construcción de los modelos de predicción ó probabilísticos, los cuales también deben formar parte del modelo o modelos de decisión.

Sin embargo, de acuerdo al problema de decisión, quizá no se requiere estimaciones para todas las incertidumbres detectadas en el problema, dado que éstas pueden ser tomadas en cuenta para el modelo de tres formas diferentes: como incertidumbres (tal y como se detectaron), como riesgo (cuando se tiene información para hacer predicciones acerca de la situación) y como certidumbres (cuando así se determina, ya sea porque se tiene algún tipo de certeza en tal evento o porque el analista así lo decide).

De tal forma, que en esta actividad se requiere analizar la lista de incertidumbres que se tiene y determinar ¿cuáles deberían permanecer?, ¿cuáles no?, ¿por que? y ¿qué tan apropiado es asumir alguna de estas opciones para cada una de las incertidumbres del problema?.

En seguida se muestran algunos lineamientos en cuanto a la relación de estas situaciones y la construcción de los modelos (Power, 2000):

- *Certidumbre*. Es fácil trabajar con los modelos basados en esta suposición, pero podría llevar a tomar una mala decisión. Varios modelos financieros son construidos al suponer certidumbres.
- *Incertidumbre*. Se debe evitar asumir incertidumbre debido a que es muy difícil modelar este tipo de situación. Por lo tanto, se debería trabajar en la obtención de datos del problema para lograr asumir una situación de riesgo.
- *Riesgo*. La mayoría de las situaciones de decisión se realizan con suposiciones acerca de riesgo, esto es cuando se pronostica que dada situación podría suceder y por lo regular se usan las probabilidades para indicar la posible ocurrencia del evento.

También, se debe investigar la repercusión de la incertidumbre en la decisión, porque puede suceder que no valga la pena construir el modelo, pues estimar dicha incertidumbre no beneficiaría en gran medida a la decisión. Además, un dato muy importante a seguir tomando en cuenta es qué rol utilizará dicho modelo, pues dado que la mayoría de las incertidumbres no son tomadas en cuenta, se deberá capacitar –de acuerdo a soporte que se determine como adecuado- a cada rol en el uso del modelo de pronóstico que le corresponde.

Una vez que se examina si es apropiado asumir incertidumbre, certidumbre o riesgo, es necesario especificar estas suposiciones.

A 6.4 Hacer cualquier pronóstico si es necesario.

Como ya se mencionó, para evitar tratar con situaciones inciertas, cuando es posible se recurre a convertirlas en situaciones de riesgo haciendo uso de pronósticos. Esto es posible cuando existe información suficiente para tratar estas incertidumbres, lo cual ya se debió de haber examinado en la fase 3 de esta metodología.

Para llevar a cabo estos pronósticos, se requiere de un modelo de predicciones que es necesario construir y que lo más seguro es que ya se identificó en la fase anterior, la necesidad de construirlo. En términos prácticos, no hay una verdad absoluta que guíe la selección y aplicación de una técnica determinada de predicción, la cual también depende de la experiencia y/o familiaridad del analista del modelo con alguna técnica en particular.

En la literatura de investigación de operaciones, existen especificaciones de los diferentes tipos de modelos de pronósticos, en donde se puede encontrar información detallada acerca de la aplicación y uso de éstos.

A 6.5 Establecer la forma de evaluar alternativas.

Una de las formas más comunes para elegir entre alternativas es por medio del cálculo del *valor esperado*, en donde al calcular el valor esperado para cada alternativa, idealmente se elige la alternativa que arroja un mayor valor (Clemen, 1991).

También existen más formas de decidir entre alternativas, por ejemplo, comparar entre pares de alternativas de acuerdo a cada uno de los criterios que se tienen, y decidir en cada comparación cuál alternativa cumple mejor con el objetivo evaluado en ese momento, de tal forma que la alternativa que tienen más puntos a favor por superar más veces a su alternativa contrincante es la que se elige como la mejor. Igualmente existen varias formas de evaluar alternativas, las cuales pueden ser estudiadas a más detalle en libros especializados de análisis de decisiones.

Una función relacionada con el *valor esperado* es la *función de utilidad*, la cual permite estimar cuál es la alternativa mejor de acuerdo a todos los objetivos y sus pesos dentro del problema de decisión. De acuerdo al contexto del problema puede haber varias funciones de utilidad en un mismo problema, es decir varias funciones parciales aunque al final para conocer la utilidad global de cada alternativa debe haber una función dedicada a esto.

La función de utilidad que toma en cuenta a todos los objetivos y sus pesos se llama *Función de Utilidad Aditiva*, por medio de esta función se asume que se tienen funciones de utilidad individual $U_1(x) \dots U_m(x)$ para m objetivos diferentes.

En particular, se asume que cada función de utilidad ($U_1(x) \dots U_m(x)$) asigna valores de 0 y 1 ó de 0 y 100, para el peor y mejor nivel para cada objetivo particular. De esta forma es posible estimar el valor de cada alternativa de acuerdo a cada objetivo que se persigue.

La función de utilidad aditiva, es un promedio con pesos –correspondientes a la importancia de cada objetivo- de esas funciones de utilidad diferentes, la función de utilidad aditiva es la siguiente:

$$\begin{aligned}U(x) &= k_1U_1(x) + \dots + k_mU_m(x) \\ &= \sum_{i=1}^m k_iU_i(x)\end{aligned}$$

en donde $U_1 \dots U_m$ son las funciones de utilidad para cada uno de los m objetivos y $k_1 \dots k_m$ son los pesos que tienen dichos objetivos.

Fase	7. Estructuración de elementos de coordinación y colaboración
Introducción	La toma de decisiones grupal significa ventajas debido a que interviene más experiencia y perspectivas dentro del problema; esto por otro lado también trae algunas desventajas, pero el problema con la toma de decisiones grupal, en la mayoría de los casos, no es la toma de decisiones con múltiples participantes sino una inapropiada coordinación de los participantes y estructura de éstos con el contexto del problema. Para identificar la coordinación existente en un grupo es necesario analizar información clave referente a los individuos, roles, estados, estructuras del grupo, etc.
Objetivo	Establecer una estructura de coordinación y colaboración entre el grupo tomador de decisiones, adecuada al contexto de decisión, para que ésta eventualmente pueda ser la base para la coordinación del GDSS.

Entradas

Nombre	Fuente
Modelado del aspecto actual de decisión del problema	Fase 3
Modelado del aspecto de decisión del problema rediseñado	Fase 3
Conocimiento acerca de información y componentes del problema de decisión	Fase 3
Grupo de modelos de decisión	Fase 5

Actividades primarias

A 7.1 Examinar las interacciones y coordinación entre los involucrados en la decisión.
A 7.2 Determinar el grado de responsabilidad de cada persona en la decisión.
A 7.3 Si es necesario, analizar una redefinición de los roles.
A 7.4 Identificar los diferentes estados de cada uno de los roles que participan en la toma de decisión grupal.
A 7.5 Identificar el intercambio de información que existe.
A 7.6 Definir la relación modelo-tomador de decisiones

Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Conocimiento de la interacción en el proceso de decisión	La interacción que llevan a cabo los individuos del grupo que toma la decisión o decisiones.	Fase 8
Diagrama de transición de estados	Diagrama que refleja el comportamiento que tiene cada rol el llevar a cabo sus actividades en	Fase 8

	el problema de decisión grupal.	
Diagrama de flujo de documentos	Diagrama que asocia la información a los estados de los roles dentro de algún proceso.	Fase 8
Rediseño de roles participantes en el proceso de decisión	Modificación de las responsabilidades de los roles e incluso creación de roles encargados explícitamente de la coordinación y la manipulación efectiva de información.	Fase 8

Técnicas sugeridas

Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada
Diagramas de Interacción	Técnica de modelado que de forma clara y sencilla, muestra la interacción entre distintos roles.	A 7.1
Diagrama de transición de estados	Esta es una técnica de UML usada en el modelado de sistemas de cómputo, pero también es adoptada para modelado de procesos de negocios, representando los estados por lo que pasa un rol al realizar sus actividades.	A 7.4
Revisión y análisis de información recabada.	En algunas ocasiones se requiere analizar información obtenida en fases anteriores, ya sea en forma textual o por medio del modelado de los procesos o del problema de decisión.	A 7.2 A 7.3 A 7.5 A 7.6

En esta fase el entendimiento y la estructuración se enfocan explícitamente en la coordinación que se lleva a cabo entre los roles del proceso de decisión, así como la información y herramientas que utilizan.

Cabe destacar que esta fase puede ser realizada de forma paralela a las fases 3, 4, 5 y 6 desde el momento en que se define el problema de decisión (fase 2).

A 7.1 Examinar las interacciones y coordinación entre los involucrados en la decisión.

Esta actividad se refiere a conocer quiénes son los que participan en la decisión, quiénes están relacionados directa e indirectamente, qué rol toma cada uno de ellos, qué tan activa es la interacción entre ellos, en qué ocasiones se comunican, qué actividades realizan, qué piezas de información manipulan, etc.

Estas interacciones y actividades, ya fueron identificadas en la primera y tercer fase de esta metodología. En la primer fase se identificó la interacción que realizan los participantes del ámbito del problema de decisión al llevar a cabo los procesos relacionados con el problema de decisión y en la tercer fase se exploró la interacción que llevan a cabo los involucrados en la toma de decisión. Es precisamente este último tipo de interacción la que interesa explorar directamente, aunque las interacciones identificadas en la primer fase podrían resultar de ayuda en muchas ocasiones, sobre todo cuando se requiere analizar una redefinición de roles que podría repercutir en mejoras en la actividad de decisión.

A 7.2 Determinar el grado de responsabilidad de cada persona en la decisión.

Quizá ya se comenzó a identificar esta responsabilidad, al revisar la comunicación que se lleva a cabo entre los involucrados en la decisión, pero lo que se requiere es que se especifique claramente sobre cuantas personas cae directamente la responsabilidad de tomar la decisión final y qué tipo de interacción tienen todos los participantes. Es decir, se requiere contestar a las preguntas: ¿la decisión final la está tomando sólo uno de los roles participantes?, ¿la responsabilidad de la decisión recae sobre dos o más roles?, ¿qué tipo de participación tienen los demás involucrados?, ¿existe comunicación entre todos éstos?, ¿sólo existe comunicación entre los roles que no toman decisiones y el tomador de decisiones (en caso de que la responsabilidad de tomar la decisión recaiga en un solo involucrado)?.

A 7.3 Si es necesario, analizar una redefinición de roles.

Con el fin de proporcionar una estructura adecuada al proceso grupal de decisión, algunas veces se requiere hacer modificaciones a la forma en como se está llevando a cabo el proceso, implicando una redefinición de roles y posiblemente de la coordinación. Es precisamente esta actividad la que se sugiere realizar con la actividad de rediseño de la fase 3. En este sentido, cabe destacar que cualquier iniciativa de rediseño necesita estar ajustada a las políticas del dominio, es decir de la organización.

De tal forma, que es necesario analizar los roles de cada uno de los involucrados, para asegurarse que las responsabilidades que tiene cada uno dentro del proceso de decisión son las mejores en función de la eficiencia del proceso grupal de decisión. Además del análisis de cada uno de los roles, es muy importante tomar en cuenta las preocupaciones de cada uno de los involucrados, pues frecuentemente pueden dar ideas acerca de las necesidades de reforma en los procesos. Algunas de las circunstancias que indican la necesidad de hacer cambios respecto a roles son:

- Que alguno de los involucrados en la decisión no tenga toda la información necesaria de forma oportuna para tomar la decisión.
- Resultados de las actividades y decisiones incompletas o fuera de tiempo.
- Actividades repetidas y de poco valor agregado al proceso de decisión.
- Proceso de decisión sin estructura o confuso.
- Que exista una coordinación deficiente al momento de manipular información necesaria para la decisión.

A 7.4 Identificar los diferentes estados de cada uno de los roles que participan en la toma de decisión grupal.

Para realizar esto, se hace uso de algunos lineamientos para la obtención de los elementos necesarios para un mecanismo coordinador de procesos, identificados por García Carillo en su tesis de maestría llamada “Desarrollo de una arquitectura de coordinación de procesos organizacionales en Internet” realizada dentro del Grupo de Ingeniería de Procesos del departamento de Ciencias de la Computación del CICESE (García Carrillo, 2001).

Por lo tanto, lo primero que se requiere hacer es identificar los estados de cada uno de los roles que intervienen en la actividad grupal, ya sea de toma de decisiones o de soporte a ésta. Así, a medida que los roles ejecutan sus actividades el estado de cada uno de éstos va cambiando, indicando la situación en que se encuentran en un momento determinado. El identificar los estados ayuda a conocer el comportamiento de los roles y por lo tanto se facilita una mejor representación de la coordinación del proceso.

Para representar los estados de los roles, se sugiera hacer uso de los diagramas de transición de estados, para los cuales se explica su notación en el Apéndice A y en el Apéndice C aparece un ejemplo.

A 7.5. Identificar el intercambio de información que existe.

Otro de los elementos que requiere ser considerado para la construcción del mecanismo coordinador de procesos, es la información que necesita cada rol en cada estado. Para lo cual se puede partir del hecho de que en la fase 3 ya fue identificada la información para llevar a cabo las actividades y del conocimiento de que al estar en cada estado el rol realiza una o más de esas actividades.

Así mismo debe identificarse cuál de esa información ya existe y cuál se produce en el proceso mismo de decisión grupal y se va requiriendo en estados posteriores.

A 7.6 Definir la relación modelo – tomador de decisiones.

Por último, para llevar cabo de forma completa la estructuración de elementos de coordinación y colaboración, sólo resta determinar, qué modelos de decisión –de los ya identificados y estructurados en las fases 5 y 6- serán usados por cuál o cuáles miembros del grupo tomador de decisiones (agentes). Esto con el fin de coordinar la manipulación de estos modelos.

Fase	8. Desarrollo del soporte adecuado
Introducción	Para realizar esta fase ya se debió haber identificado el contexto del problema con sus generalidades y particularidades referentes a los componentes de decisión y a la interacción propia del grupo.
Objetivo	Determinar el soporte adecuado al problema de decisión estudiado, teniendo en cuenta que puede haber diferentes niveles de soporte, que son definidos de acuerdo a las necesidades encontradas.

Entradas

Nombre	Fuente
Modelado del aspecto de decisión del problema rediseñado	Fase 3
Conocimiento acerca de información y componentes del problema de decisión	Fase 3
Objetivos de decisión	Fase 4
Modelo o modelos analíticos de soporte a la decisión	Fase 6
Conocimiento de la interacción en el proceso de decisión	Fase 7
Diagrama de transición de estados	Fase 7
Diagrama de flujo de documentos	Fase 7
Rediseño de roles participantes en el proceso de decisión	Fase 7

Actividades primarias

A 8.1 Identificar el nivel del soporte adecuado con base en la madurez del proceso de decisión estudiado.
A 8.2 Definir a qué partes de la decisión se requiere dar soporte.
A 8.3 Identificar la TI adecuada al contexto del problema.
A 8.4 Identificar cuál de los tipos de GDSS es el más adecuado al contexto del problema.
A 8.5 Determinar qué aspectos no serán automatizados.

Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Información referente al soporte requerido	Esta salida puede ser desde guías escritas para los involucrados, indicándoles la estructura de las actividades que deben llevar a cabo para la toma de decisión grupal, hasta elementos para el análisis y diseño de alto nivel para el desarrollo de un GDSS, destinado a dar soporte al problema estudiado.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soporte al problema de decisión

Técnicas sugeridas

Nombre	Descripción	Actividad en la cual es usada
Revisión y análisis de información recabada.	En algunas ocasiones se requiere analizar información obtenida en fases anteriores, ya sea en forma textual o por medio del modelado de los procesos o del problema de decisión.	A 8.1 A 8.2 A 8.3 A 8.4 A 8.5

De acuerdo a los niveles de soporte que podrían resultar para el problema de decisión estudiado comenzamos por determinar que a grandes rasgos hemos determinado que en esta metodología existen dos posibles soportes:

1. Soporte incremental al proceso
2. Soporte basado en GDSS y un posible flujo de trabajo

A 8.1 Identificar el nivel del soporte adecuado con base en la madurez del proceso de decisión estudiado.

Debido a que parte del objetivo de la metodología es estructurar y coordinar adecuadamente el proceso de toma de decisiones grupal, hasta este punto ya se debió de haber establecido una estructura para el proceso, pero si el proceso estudiado tenía muy poca o nula estructura, el soporte adecuado sería simplemente lograr que se tome la decisión basándose en la estructura establecida y requiriendo como soporte documentar los procesos de la organización (los cuales ya se tienen documentados por medio del modelado de procesos de decisión construidos), sin ni siquiera recurrir al uso de TI.

Otro ejemplo acerca del nivel de soporte de acuerdo a la madurez del proceso de decisión, podría ser que a lo largo de la metodología se haya estudiado un problema de decisión el cual requiriere que se asegure la coordinación necesaria entre los involucrados en la decisión, pudiendo dar soporte a esta coordinación desde designar a un encargado que coordine el proceso hasta utilizar TI para coordinar dichas actividades relacionadas con el proceso.

Además la TI que se decida utilizar para el soporte también varía en su alcance. Por ejemplo, puede suceder que se determina que para dar soporte a la toma de decisión grupal estudiada se requiera información amplia y oportuna para llevar a cabo una decisión más informada, en cuyo caso dadas las condiciones de la organización se determina hacer uso o construir una base de datos, la cual proporcionará toda o parte de la información requerida por los involucrados en la decisión grupal.

A 8.2 Definir a qué partes de la decisión se requiere dar soporte.

Se recomienda que al mismo tiempo que se identifica el nivel del soporte adecuado, también se defina a qué partes de la decisión se requiere dar soporte, ya sea por medio de TI o el soporte que se determinó como adecuado. Por ejemplo, al analizar un proceso grupal de decisión en particular se determina que no están bien definidas las interacciones por lo tanto, se requiere que el soporte sea precisamente a la comunicación, definiendo una buena estructura de las interacciones que llevarán a una toma de decisiones más efectiva y eficiente.

También podría suceder que el problema de toma de decisiones estudiado, presenta varias incertidumbres que no son manejadas adecuadamente y con base en las fases anteriores ya se identificó que existe la información para estimar esos eventos inciertos, por lo tanto esas incertidumbres son fuertes candidatas a soporte.

A 8.3 Identificar la TI adecuada al contexto del problema.

Esta actividad no es aplicable para todos los niveles de soporte, sino sólo para aquellos en donde se determinó como adecuado el uso de TI. Esta actividad se realiza basándose en la parte de la decisión a la que se le dará soporte. De tal forma que si se requiere dar soporte al análisis de las alternativas, una vez que éstas se tienen, al igual que la información que permitiría evaluarlas, puede ser posible utilizar una hoja de cálculo para construir el modelo analítico de decisión. Si por otro lado, se requiere de tecnologías adecuadas para la coordinación del grupo, es posible utilizar

teléfono, e-mail, correo de voz, herramientas de conferencia, entre otras. Si lo que requiere es que se generen alternativas, pueden ser útiles las herramientas para la generación de ideas. Igualmente, si se requiere es estimar incertidumbres pueden ser usadas herramientas de simulación, herramientas de análisis de datos, etc.

A 8.4 Identificar cuál de los tipos de GDSS es el más adecuado al contexto del problema.

La actividad anterior todavía se considera dentro del soporte que hemos llamado “Soporte incremental al proceso”, pues debido a que el proceso de decisión no tiene una madurez suficiente el soporte adecuado se considera incremental. Entonces, consideramos a la esta actividad (8.4), como una actividad del siguiente nivel de soporte (Soporte basado en GDSS y un posible flujo de trabajo), ya que si se considera que una base de datos aislada, un modelo implementado en una hoja de cálculo, uso del correo electrónico, etc., no son suficientes; se requiere un soporte más integral basado en GDSS.

Para llevar a cabo esta actividad se requiere, conocer la principal o principales partes de la decisión que requieren soporte, lo cual ya fue identificado en una actividad anterior (8.3). Así, por ejemplo, si se requiere un soporte especial al manejo de información, se requiere un GDSS orientado a datos, o si se requiere analizar de forma profunda alternativas, se requiere un GDSS orientado a modelos. Si por otro lado, se requiere dar soporte a la decisión con bases expertas, se podría considerar construir un GDSS orientado al conocimiento. Por otro lado, el GDSS está orientado a las comunicaciones y se requiere hacer un análisis y énfasis especial en la comunicación y coordinación necesaria.

En cuanto a esto también podría requerirse que parte del soporte a la decisión sea dado por medio de una herramienta de flujo de trabajo, que permita que los diferentes roles que intervienen en la decisión grupal, lleven a cabo sus actividades directamente relacionadas con la decisión pero además actividades de soporte a la decisión, como administrar información que servirá para tomar decisiones, etc.

A 8.5 Determinar qué aspectos no serán automatizados.

Con base en las habilidades, experiencia e inquietudes de los tomadores de decisión, se debe determinar qué aspectos no serán automatizados, sino que se dejarán que los roles los sigan realizado de la forma habitual.

Es decir, el soporte también debe tomar en cuenta la experiencia de los roles dentro del proceso y cuidar que esa experiencia no sea reemplazada erróneamente con elementos automatizados, así como analizar la flexibilidad que debe contener el GDSS con base en dicha experiencia. Por ejemplo, para el soporte a una programación de cirugías en un hospital, quizá se podría requerir que se puedan modificar los pesos de los criterios de decisión, que sea posible una modificación manual de las alternativas de programación de cirugías y finalmente que la encargada del material para la cirugía, pueda determinar con base en su experiencia la posible fecha de llegada de material, basándose en la fecha en que se realizó el pedido del mismo.

Apéndice C. Productos de la Metodología

En este apéndice se localizan todos los productos o salidas de cada una de las fases de la metodología, estos productos pueden ser documentos, diagramas, etc. En particular estos productos son el resultado de la aplicación de la metodología al caso de estudio realizado en uno de los hospitales de la localidad.

Cada uno de los productos se identifica por medio de una “S” y el número consecutivo que le corresponde de acuerdo a la fase que produce tal salida. Por ejemplo si se trata de la salida de la fase 7 y actividad 1, el documento se identifica por medio de “S.7.1”. Cabe aclarar que estos no son números consecutivos pues algunas actividades no tienen productos en sí.

S.1.2 Descripción textual del proceso

La programación de cirugías es una actividad grupal que se lleva a cabo diariamente, es una reunión en donde los participantes deben programar las cirugías que se llevarán a cabo al día siguiente. Los pacientes a ser operados pueden ser pacientes procedentes de consulta externa (pacientes que no están internados y que no requieren ser operados de urgencia), de piso (pacientes ya internados) y pacientes procedentes de urgencias.

En cuanto a los pacientes procedentes de consulta externa, todo inicia cuando un traumatólogo indica a un paciente que será operado, el traumatólogo le da una 430200 al paciente para que éste se dirija a la Jefatura de Cirugía y ahí le sea programada la cirugía. La 430200 sirve como solicitud de programación de cirugía del traumatólogo hacia la Jefatura de Cirugía.

Esta 430200 se encuentra pre-llenada por el doctor traumatólogo, el cual debe de indicar el nombre del paciente, el número de afiliación, la cirugía que será practicada, el tiempo estimado de duración de la cirugía (este dato no siempre es proporcionado por el traumatólogo), la fecha de envío y el nombre del médico que lo envía, es decir el médico que realizará la cirugía.

Cuando el paciente llega a la Jefatura de Cirugía, la secretaria que se encuentra ahí le proporciona al paciente una fecha tentativa de cirugía. Al paciente no se le informa que ésta no es una fecha segura para su cirugía.

En la Jefatura de Cirugía se termina de llenar la 430200 con el día en que se internará el paciente, el día en que comenzará su ayuno y el día de la cirugía.

Además la Secretaria de la Jefatura solicita que al paciente se le practiquen los exámenes pre-anestésicos antes de la operación, los cuales avalan que el paciente tiene las condiciones de salud adecuadas. Luego el paciente tiene que presentarse en Admisión Hospitalaria en donde le preguntan algunos datos, verifican su vigencia de derechos y le

dan instrucciones para que se presente a la cirugía. También el paciente debe llevar a la Jefatura de Ceye la Solicitud de Material de Osteosíntesis (en donde se detalla el material necesario para la cirugía) que elaboró el traumatólogo.

Para que la secretaria de la Jefatura de Cirugía proporcione la fecha tentativa de cirugía toma en cuenta el nombre del doctor, los días que él opera, y de qué operación se trata, este último dato debido a que idealmente la duración de la operación debería venir especificada en la 430200, pero algunas veces ésta no es indicada y por lo tanto la secretaria de la Jefatura de Cirugía con base en su experiencia determina la duración de la cirugía de acuerdo al tipo de operación. La secretaria de la Jefatura de Cirugía también verifica si el médico está señalando que no quiere que el paciente se opere en fin de semana, porque si es así quiere decir que él mismo necesita operarlo. Pero si esto no viene indicado también es posible programarle la cirugía en fin de semana.

En los tipos de hospital del caso de estudio, a nivel nacional existe la llamada “Oportunidad en la Atención Quirúrgica” la cual es un “indicador” que consiste en que no deben pasar más de 5 días hábiles o 7 días calendario, para que se realice la cirugía a un paciente, a partir de la fecha en que se detectó la necesidad de operación quirúrgica. Cuando un paciente se opera dentro de este “indicador”, se le llama “Oportunidad en la Atención Quirúrgica”. Éste es un ideal, pero la realidad es que muchos pacientes no son operados dentro de este “indicador”. Esto principalmente debido a que aumenta la población que necesita recibir los servicios del hospital dada a la situación económica.

Como se ha mencionado, la programación de cirugías es un evento grupal, por lo que todos los días se reúnen alrededor de las 12:00 p.m. la Secretaria de la Jefatura de Cirugía, el Jefe de Cirugía, la Jefa de CEYE.

Al momento de la programación de cirugías el Jefe de Cirugía lo que tiene que realizar es valorar que todos los pacientes programados estén con un expediente actualizado en cuanto a valoración de riesgo anestésico, verificar el horario asignado para cada paciente, qué especialidad se va a realizar, el número de sala que le corresponda o que sea más adecuado para la cirugía de este paciente (cada sala de quirófano tiene asignado cierta especialidad), el tiempo de cirugía. Por otro lado la Jefa de CEYE se encarga de que exista todo el equipamiento para la realización de la cirugía, como material quirúrgico, instrumentos, equipo de quirófano, etc., ella orienta si falta algún material quirúrgico, suturas, etc. La Jefa de CEYE está en coordinación con el Jefe de Almacén y Abastecimiento, porque él es el que surte de material de osteosíntesis cuando es necesario, a la Jefa de CEYE. Es importante señalar que el Jefe de Gineco-obstetricia tiene aparte su programación de cirugías. Él lleva un orden y una captación de los pacientes de gineco-obstetricia y él en la programación colegiada trae a los pacientes correspondientes de esa especialidad, y luego se produce una sola hoja de programación de cirugía.

Para programar la cirugía a los pacientes se realiza lo siguiente:

- Se debe conocer el nombre del doctor que va a operar al paciente. El nombre se encuentra en la 430200.
- Se verifica los días en que opera ese doctor. Para esto el Jefe de Cirugías cuenta con la información de los horarios de cirugía de todos los doctores del hospital.
- Luego se debe tomar en cuenta el tipo de cirugía, ya que de esto depende la duración de la operación. En este punto es importante aclarar que idealmente la duración debería de estar indicada en la 430200 por el traumatólogo que la envía, pero no todos tienen esta disciplina, así es que si en la 430200 no viene indicada la duración de la cirugía se recurre a la experiencia de los involucrados en la programación.

Lo anterior debido a que en el hospital se cuenta con 4 quirófanos en los cuales se practican diferentes cirugías, a continuación se muestra la relación de los tipos de cirugías practicadas en cada quirófano:

- Quirófano 1. Se opera oftalmología, otorrinolaringología y urología.
 - Quirófano 2. Se realizan cirugías generales.
 - Quirófano 3. Se practican cirugías relacionadas con ginecología.
 - Quirófano 4. Se operan los casos de traumatología.
 - Para los casos urgentes puede ser usado cualquier quirófano.
- Se verifica la disponibilidad de material requerido para la cirugía, con la Jefa de CEYE.
 - Existen diversos motivos por los cuales no es posible llevar a cabo la cirugía, en fechas próximas, siendo estos:
 - Por falta de tiempo quirúrgico. En muchas ocasiones, a pesar de que nosotros programamos la cirugías calculando el tiempo quirúrgico, algunas se prolongan, porque se complican, porque no fue tan fácil como lo pensamos.
 - Por urgencias. Porque muy frecuentemente se suspende lo programado para atender las urgencias. Pues la urgencia no se puede prevenir y tiene que pasar a quirófano y no se sabe el tiempo quirúrgico que vaya a tomar. Cuando llega una urgencia a cirugía, tiene que realizarla el médico que tenía una cirugía programada, pues no se cuenta con médico destinado sólo a las urgencias.
 - Contra indicación médica o enfermedad agregada del paciente. A pesar de que el pacientes se valora un 1 antes de la operación o 2, por el servicio de anestesiología, hay pacientes que viene descompensados exactamente el día de la cirugía, porque tiene un cuadro infeccioso, son pacientes controlados que en le momento de la cirugía se descompensan por el mismo estrés. Si por alguna causa no se puede controlar, se tiene que diferir.
 - Porque el paciente no se presenta a la cirugía. Por cualquier causa.
 - Por falta de material o equipo quirúrgico.

Es importante señalar que la reprogramación de cirugías es una actividad muy frecuente.

Cuando no es posible llevar a cabo todas las cirugías que se habían preprogramado es necesario aplicar ciertas prioridades, para llevar a cabo algunas de las cirugías, estas prioridades se muestran a continuación:

1. Pacientes hospitalizados.

2. Pacientes trabajadores.

Nota. La información anterior se encuentra en el expediente del paciente, en forma de clave. Estas claves y otras usadas se muestran a continuación:

1. Trabajador
2. Cónyuge
3. Hijo
4. Padre
5. Pensionado
- J Paciente muy joven
- G Paciente muy anciano
- F Paciente femenino
- M Paciente masculino

3. Pacientes Foráneos.

4. Reprogramación.

Por otro lado algunas veces, debido a que algunos traumatólogos tienen demasiadas operaciones en puerta, es necesario que el paciente sea operado por un traumatólogo diferente al que los está tratando.

En cuanto a los pacientes procedentes de piso no se usa la 430200 para que sean programados a cirugía, sino que el médico que los está tratando, por lo regular acude a la Jefatura de Cirugía y le comunica a la secretaria el número de cama y el padecimiento del paciente que necesita operar. Entonces la secretaria anota esta información y va a piso a consultar los demás datos que necesita del paciente y luego determina una fecha para su operación, siguiendo los mismos criterios que para los pacientes procedentes de consulta externa.

Por otro lado las cirugías de urgencias se atienden de inmediato, por lo cual es uno de los principales motivos para reprogramar cirugías de pacientes procedentes de consulta externa y de pacientes que ya están internados en piso.

El día de la cirugía el paciente se presenta en Admisión Hospitalaria y se interna para su operación, luego el paciente se recibe en la sala de operación, se anestesia y se practica la cirugía, en la cual participa el traumatólogo, la enfermera de quirófano, la enfermera ambulante y el anesthesiólogo de quirófano, una vez que se termina la cirugía, puede suceder que el paciente requiera recuperarse uno o más días dentro del hospital o salir después de algunos minutos. Para esto el traumatólogo especifica su alta del hospital.

En cuanto al material de osteosíntesis requerido en la cirugías de traumatología, la Jefatura de Ceye cuenta con un suministro fijo, pero éste muy frecuentemente es insuficiente; el departamento encargado de mantener los inventarios es la Jefatura de Abastecimiento y

Almacén, en donde también frecuentemente no se cuenta con el material necesario, y quien surte a este departamento es una red extensa de suministros, ya que por lo regular el material se pide a una instancia de Mexicali, esta a su vez pide a Guadalajara y esta a su vez al DF. Por lo que, cuando no hay material para llevar a cabo una cirugía, esta es aplazada indefinidamente y continuamente suspendida.

S.1.3 Gráfica Rica del proceso de traumatología

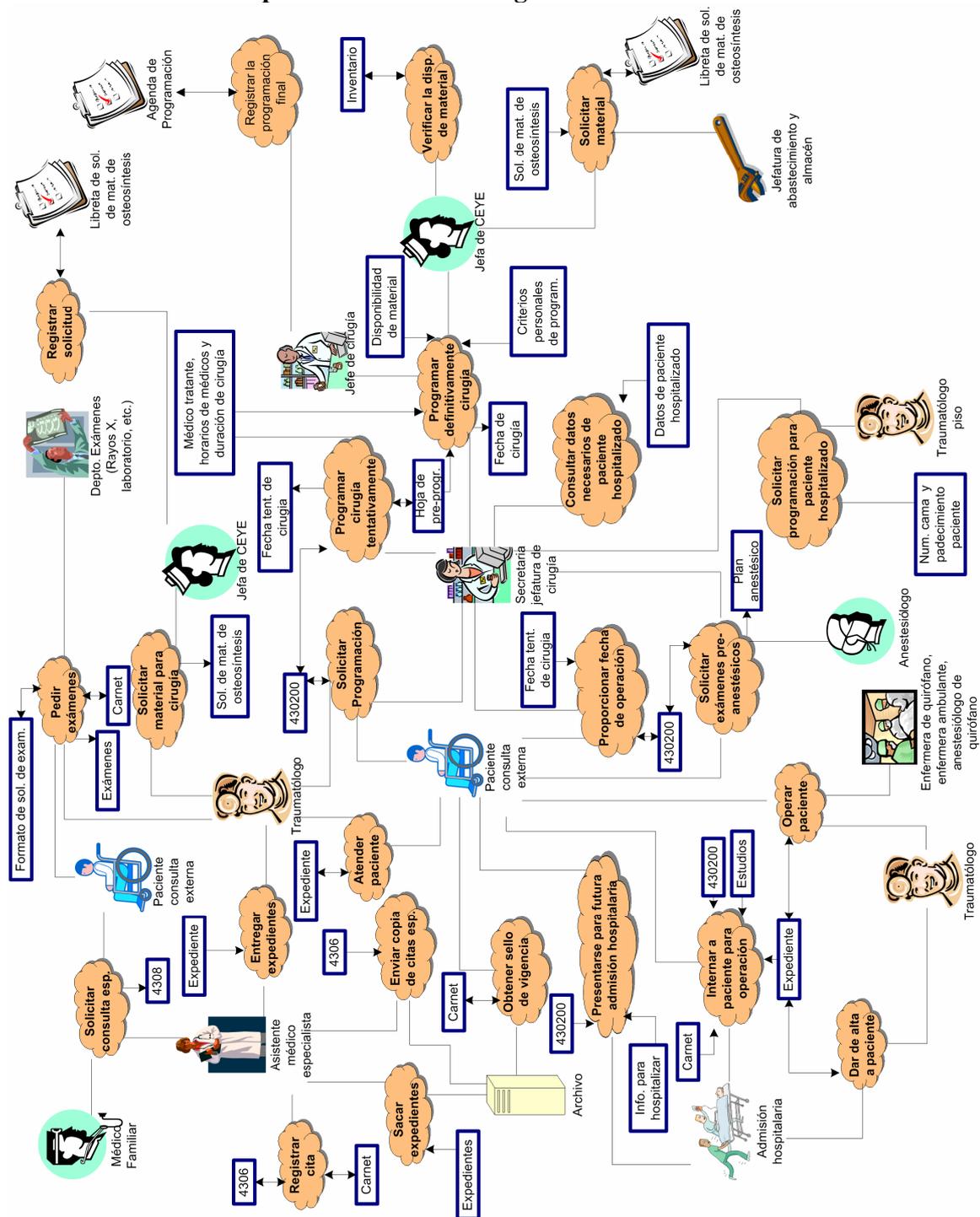


Figura 87. Gráfica Rica del proceso de Traumatología.

S.1.4 Diagrama de Interacción del proceso de Traumatología

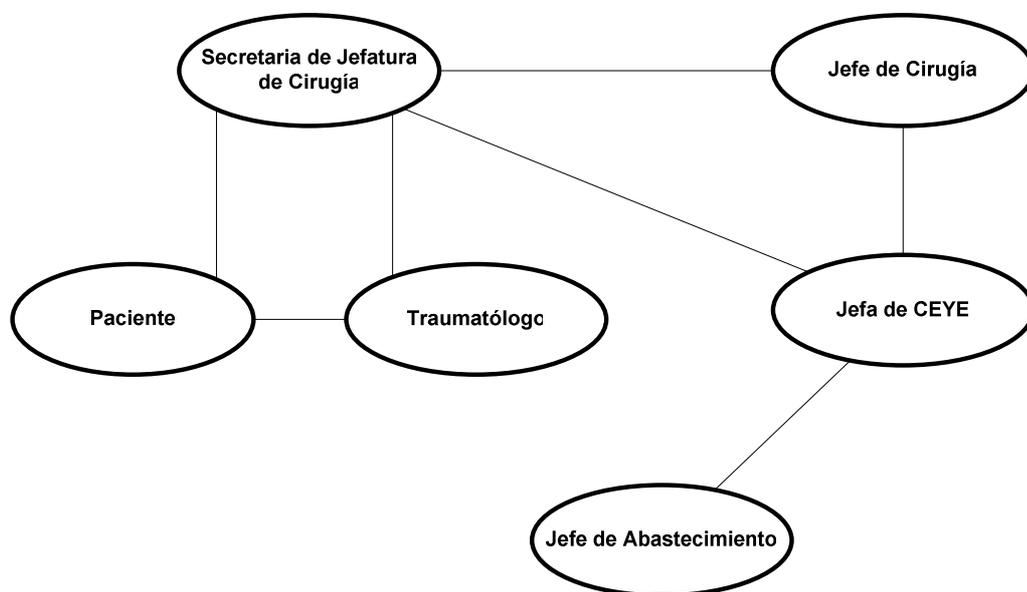


Figura 88. Diagrama de Interacción del proceso de Traumatología.

S 1.5 Delimitación del proceso de Traumatología

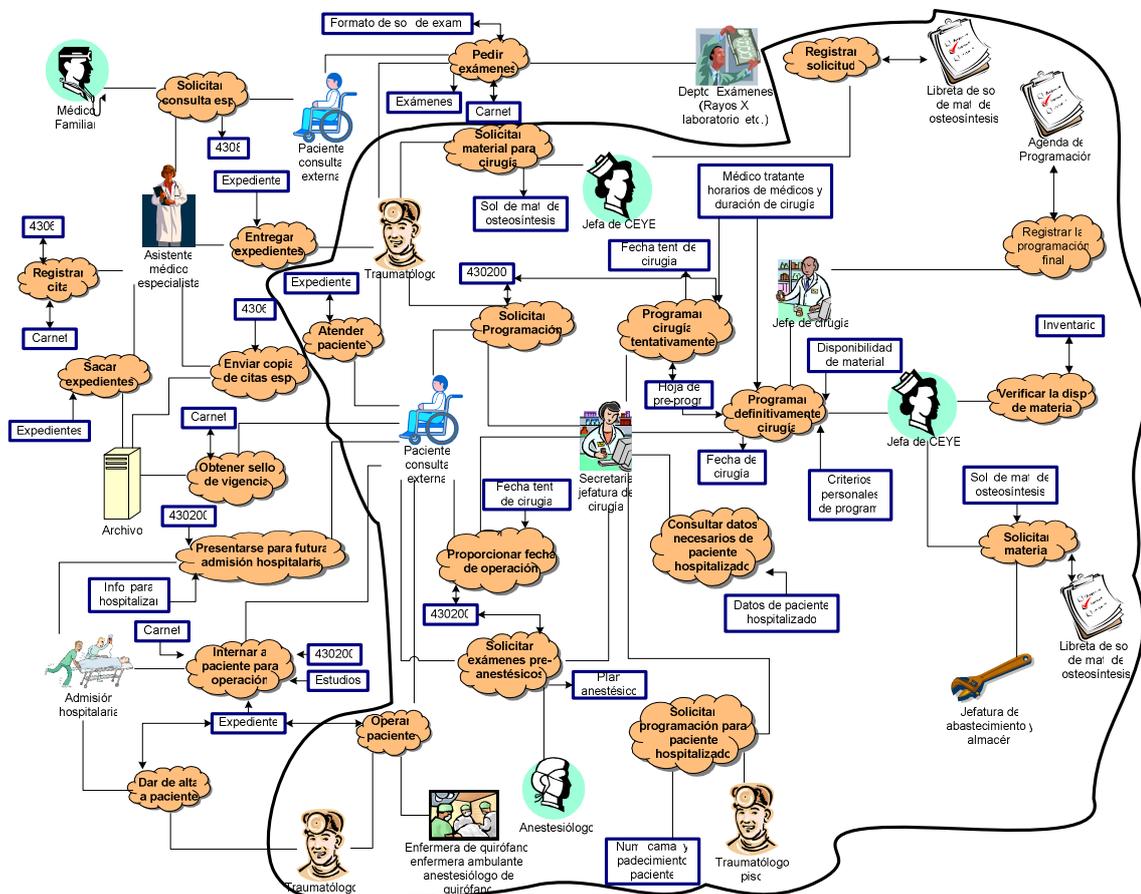
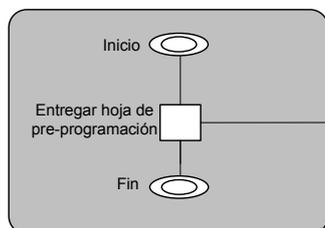


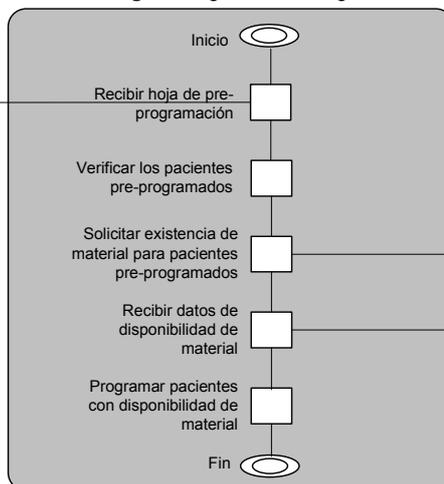
Figura 89. Delimitación del proceso de Traumatología.

S 1.7 RAD del proceso de programación de cirugías de traumatología.

Secretaria de J. C. - Proporcionando hoja de pre-programación de cirugías



Jefe de Cirugía - Programando cirugía



Jefa de CEYE - Programando cirugía

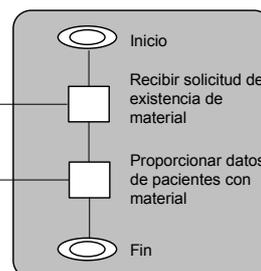


Figura 90. RAD del proceso de programación de cirugías de traumatología.

S.1.8 Perspectivas de los involucrados en el proceso estudiado

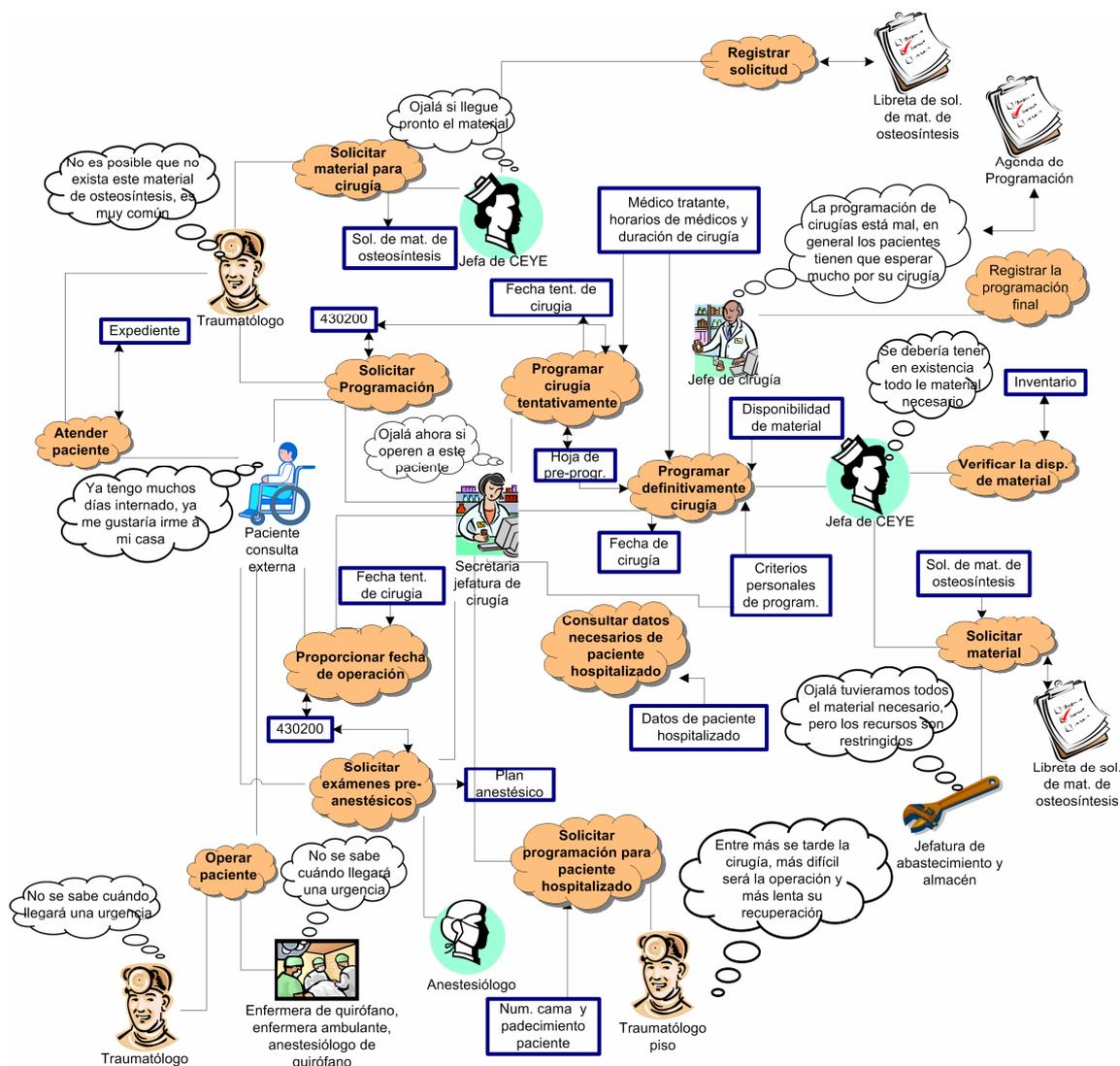


Figura 91. Gráfica Rica del proceso de Traumatología, con preocupaciones.

S.2.3 Formulación formal del problema de decisión

El problema de decisión planteado es:

¿Cómo programar las cirugías a los pacientes buscando: reducir el tiempo que pasa desde que un doctor traumatólogo indica la operación a un paciente hasta que el paciente es operado, reducir el costo para la institución y aumentar la satisfacción del paciente?

De esta forma el problema se localiza en la Jefatura de Cirugía, la Jefatura de Ceye y en la Jefatura de Abastecimiento, dado que gran parte de la espera y suspensión de cirugías son causadas por la falta de material quirúrgico.

S.3.1 Delimitación del proceso de acuerdo al problema de decisión de la programación de cirugías de traumatología

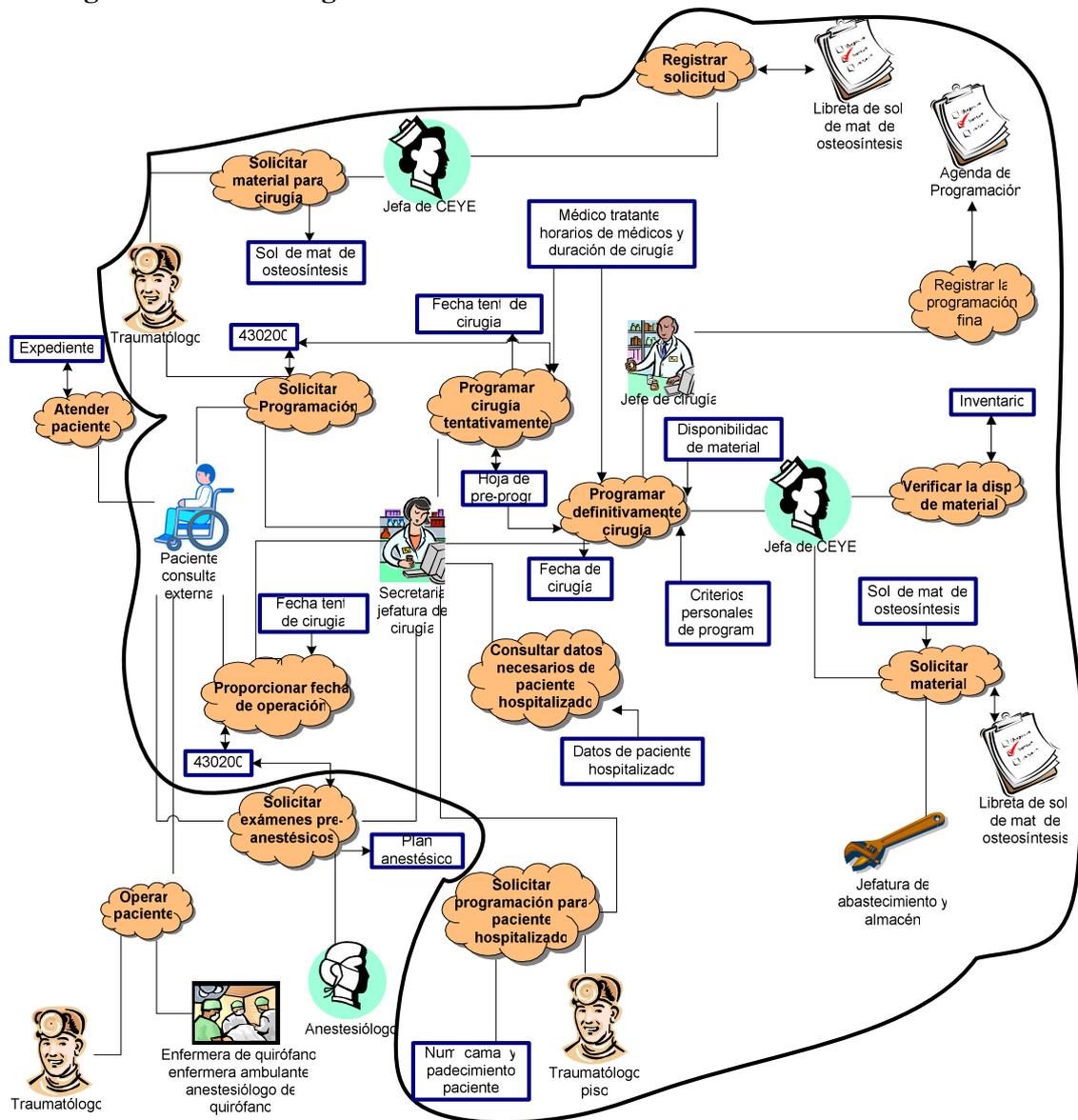


Figura 92. Delimitación del proceso de Traumatología de acuerdo al análisis del problema de decisión.

S.3.2 Localización de las actividades de decisión

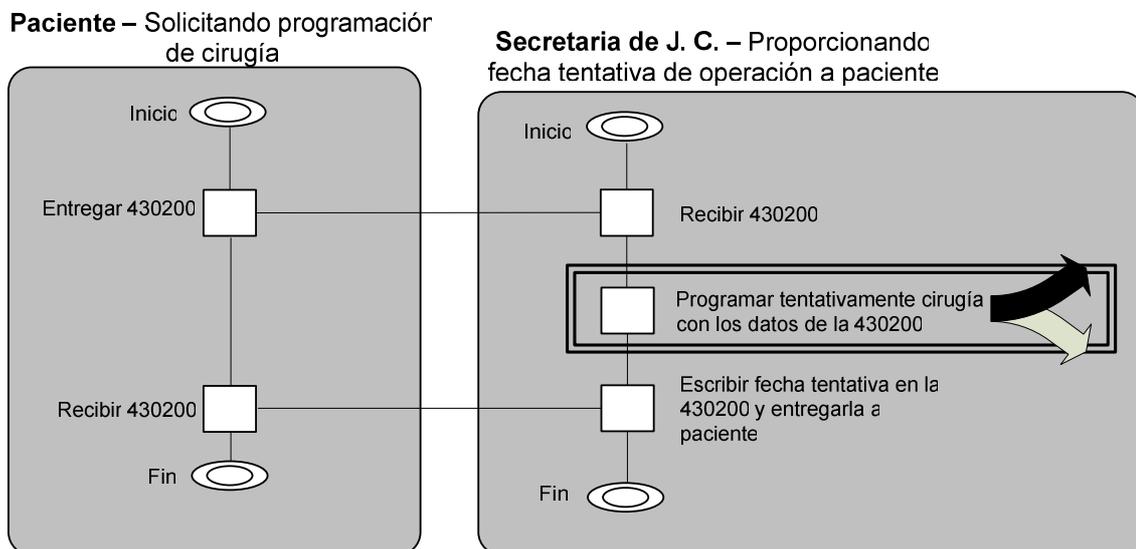


Figura 93. RAD del subproceso “Programación tentativa de cirugías de traumatología” indicando la actividad en donde se lleva a cabo una decisión.

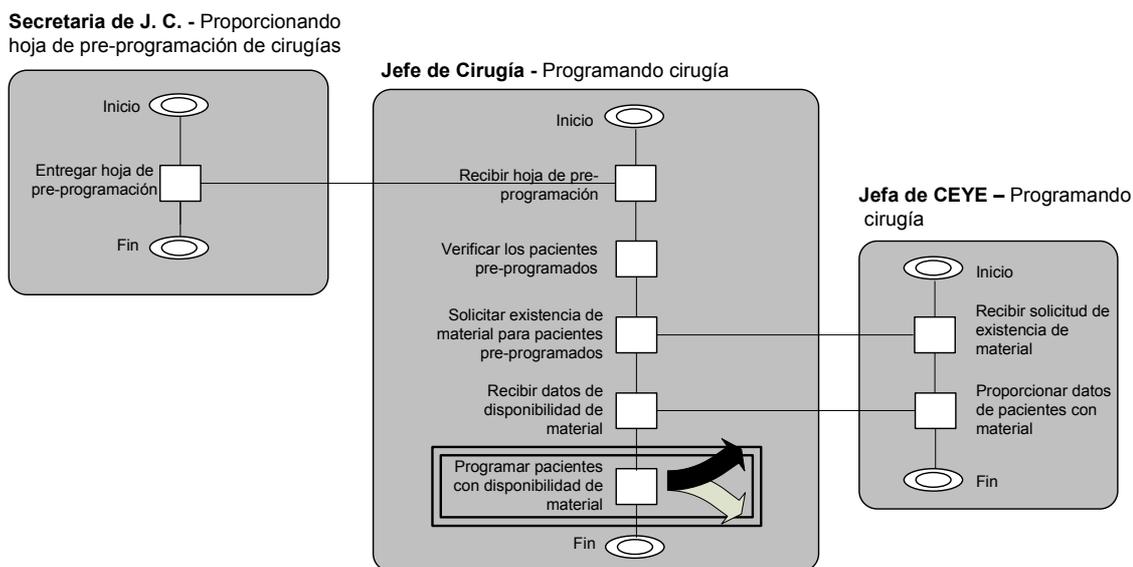


Figura 94. RAD del subproceso “Programación de cirugías de traumatología” indicando la actividad en donde se lleva a cabo una decisión.

S.3.6 Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía

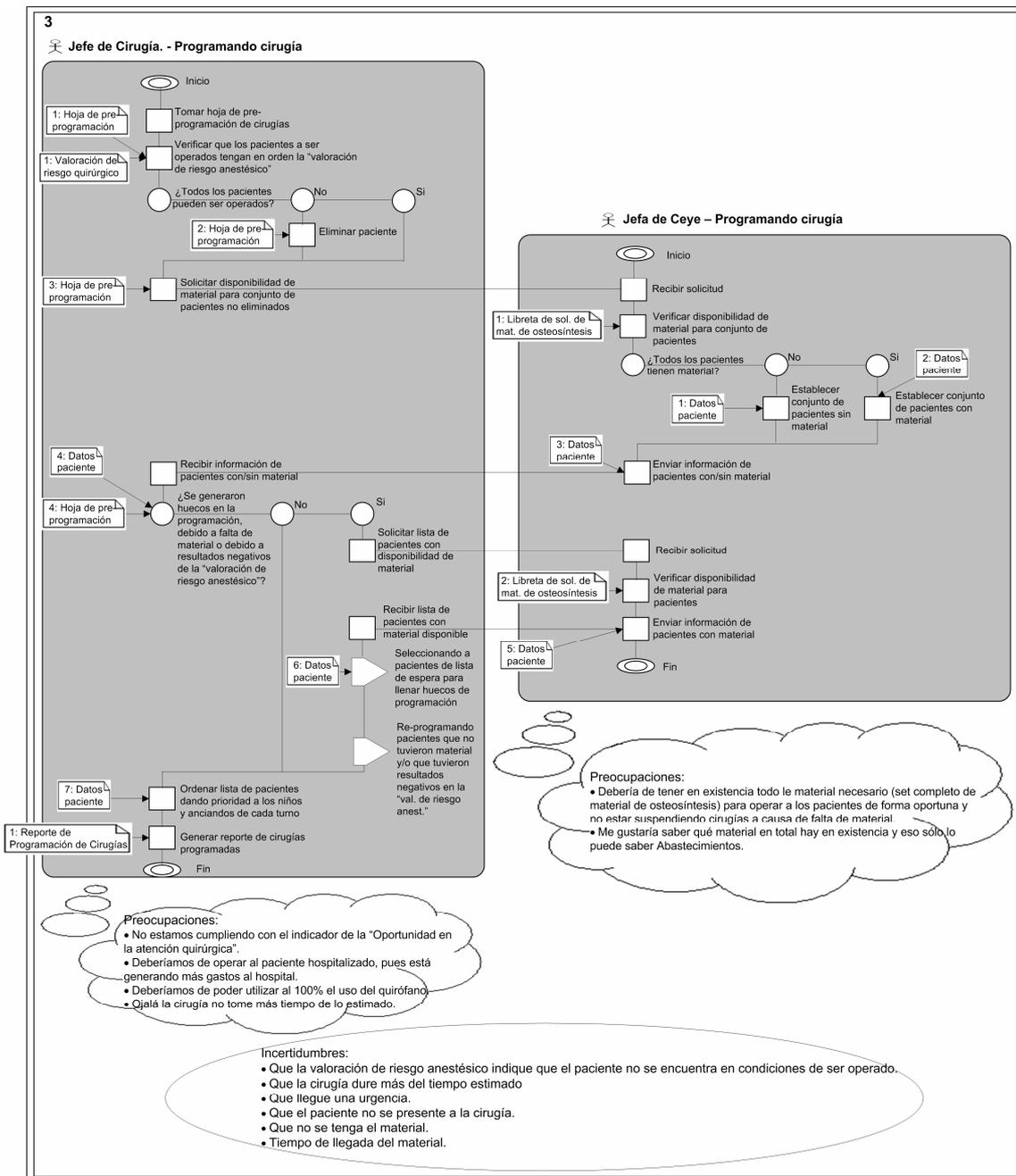


Figura 95. Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía.

S.3.8 Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología

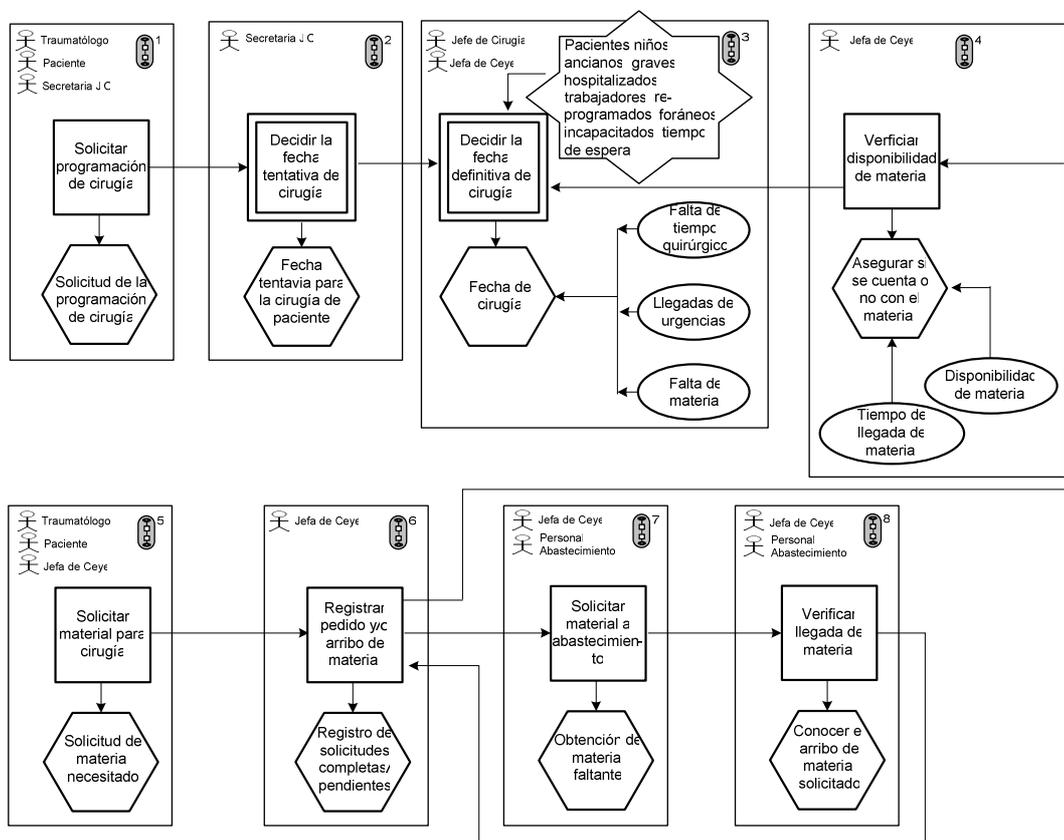


Figura 96. Modelo global de la decisión del problema de programación de cirugías de traumatología, con criterios e incertidumbres incluidas.

S.3.9 Reglas encontradas en la decisión de programación de cirugías

- Para realizar las cirugías existe un horario de médicos que la practican.
- El paciente no se opera si no hay material para su cirugía.
- La programación final de cirugías se realiza con base en una pre-programación, en donde ya se tienen pacientes pre-programados.
- En la programación final se verifica que el paciente tenga su material y los resultados de la “valoración de riesgo anestésico” (exámenes pre-anestésicos) hayan salido positivos para llevar a cabo la operación.
- Si la valoración de riesgo anestésico indica que el paciente no se encuentra en condiciones de ser operado, se suspende la cirugía de este paciente y después se tendrá que re-programar, esta valoración se realiza un día antes de la operación.

- Cuando se genera un hueco en la programación se elige otro paciente de los de la lista de espera, tomando en cuenta prioridades basadas en los criterios identificados.
- Si el médico tratante, no indica que él necesita operar al paciente, éste puede ser programado con cualquier otro doctor, hasta los fines de semana.
- Si el paciente está incapacitado se le debe programar cirugía con cualquier doctor.
- Si llega una urgencia, lo programado se suspende, hasta que se termine la urgencia y las cirugías que no se realizan se deben re-programar.
- Además de tomar en cuenta la duración de las cirugías, entre una cirugía y otra, se debe contemplar que el tiempo de aseo de la sala quirúrgica es de 20 min.

S.3.11 Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, correspondiente al rediseño realizado

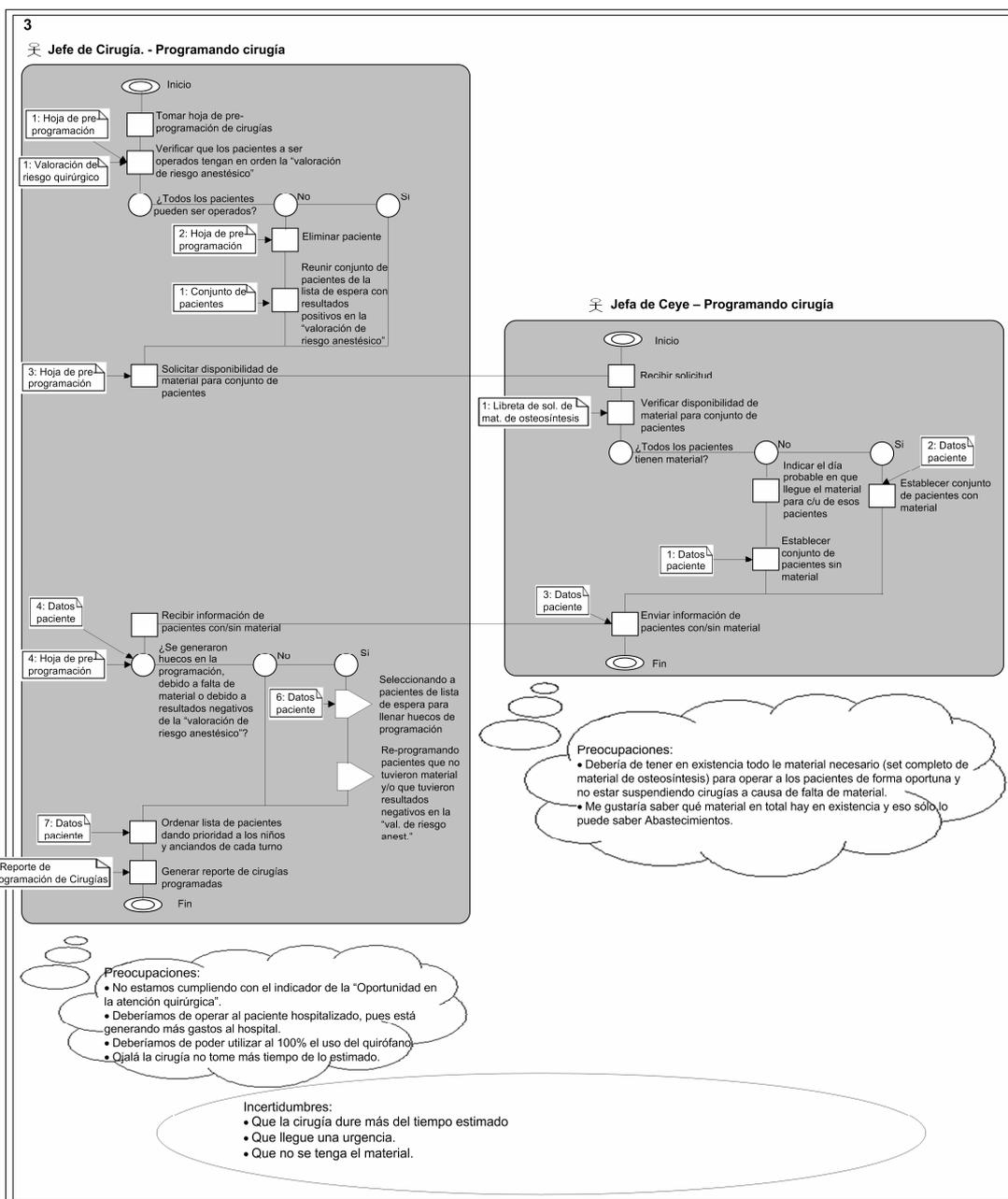


Figura 97. Diagrama Detallado de Decisión de la Fecha Definitiva de Cirugía, correspondiente al rediseño realizado.

S.4.5 Objetivos de la programación de cirugías de traumatología y su importancia.

- 40% Situación de salud
 - 50% Pacientes graves.
 - 25% Tiempo que un paciente tiene esperando cirugía.
 - 25% Suspensiones de cirugía.
- 40% Costos
 - 60% Pacientes hospitalizados.
 - 40% Tiempo de utilización del quirófano.
- 20% Situación social
 - 30% Niños y ancianos.
 - 15% Foráneos.
 - 20% Tiempo que un paciente tiene esperando cirugía.
 - 35% Pacientes afiliados como “trabajadores” ó incapacitados.

S.5.4 Modelos a utilizar en la programación de cirugías de traumatología

Tabla XXXII. Recopilación de los modelos de decisión a utilizar para el problema en la Programación de Cirugías de Traumatología.

<i>Categoría del modelo</i>	<i>Tipo de adecuación</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Rol que lo utiliza</i>
Modelo de optimización	Realizar modificación	Dado que presenta varias restricciones y criterios, debe ser realizada una modificación a modelos de optimización para calendarización. Este modelo se usará, para generar diferentes opciones del orden en que deben ser realizadas las cirugías.	Jefe de Cirugía
Modelos de pronósticos	Usar existentes	El propósito de estos modelos dentro del problema de decisión, es encontrar patrones de ocurrencias de urgencias y de cirugías en general, para estimar la posible llegada de éstas, su duración; y los pedidos de material.	Jefe de Cirugía Jefa de Ceye Secretaria
Modelo de análisis de decisiones multi-atributo	Usar existentes	Lo que se busca al utilizar este modelo dentro del problema, es tomar en cuenta los diferentes criterios de decisión u objetivos de decisión, al analizar las diferentes alternativas.	Jefe de Cirugía

S.6.5 Funciones para las prioridades de cada paciente al programar las cirugías

a) $Sit.salud = xgravedad + xtiempoesp + xreprogram$

donde:

$$xgravedad = ((gravedad * pesoGravedad) / 3)$$

$$xtiempoesp = ((tiempoesperando * pesoTiempoEspera) / 7)$$

$$xreprogram = ((reprogram * pesoReprogramaciones) / 3)$$

donde:

pesoGravedad, *pesoTiempoEspera* y *pesoReprogramaciones* es el peso asignado a tales criterios.

gravedad puede tener el valor de 1, 2 ó 3 si la gravedad del paciente es moderada, media ó gravedad relativa respectivamente.

tiempoesperando puede tener el valor de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., indicando cuántos días tiene esperando el paciente por su cirugía. Si *tiempoesperando* > 7 entonces $xtiempoesp = pesoTiempoEspera$

reprogram puede tener el valor de 1, 2, 3, ..., indicando cuántas reprogramaciones ha tenido el paciente. Si $reprogram > 3$ entonces $xreprogram = pesoReprogramaciones$

b) $Sit.social = (xedad * pesoEdad) + (xforaneo * pesoForaneo) + xtiempoesp + (xtrabajador * pesoTrabajador)$

donde:

pesoEdad, *pesoForaneo*, *pesoTrabajador* es el peso asignado a tales criterios

xedad = 1 si $edad \leq 12$ ó $edad \geq 65$, si no *xedad* = 0

xforaneo = 1 el paciente es *foraneo*, si no *xforaneo* = 0

xtrabajador = 1 si es un paciente afiliado como trabajador ó si está incapacitado

$$xtiempoesp = ((tiempoesperando * pesoTiempoEspera) / 7)$$

donde:

pesoTiempoEspera es el peso asignado a tal criterio

tiempoesperando puede tener el valor de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ..., indicando cuántos días tiene esperando el paciente por su cirugía. Si *tiempoesperando* > 7 entonces $xtiempoesp = pesoTiempoEspera$

c) $Costos = (xhospitalizado * pesoHospitalizado)$

donde:

xhospitalizado = 1 si está hospitalizado y *xhospitalizado* = 0 si no está hospitalizado

pesoHospitalizado es el peso asignado a tal criterio

S.7.4 Estados de los roles al programar cirugías

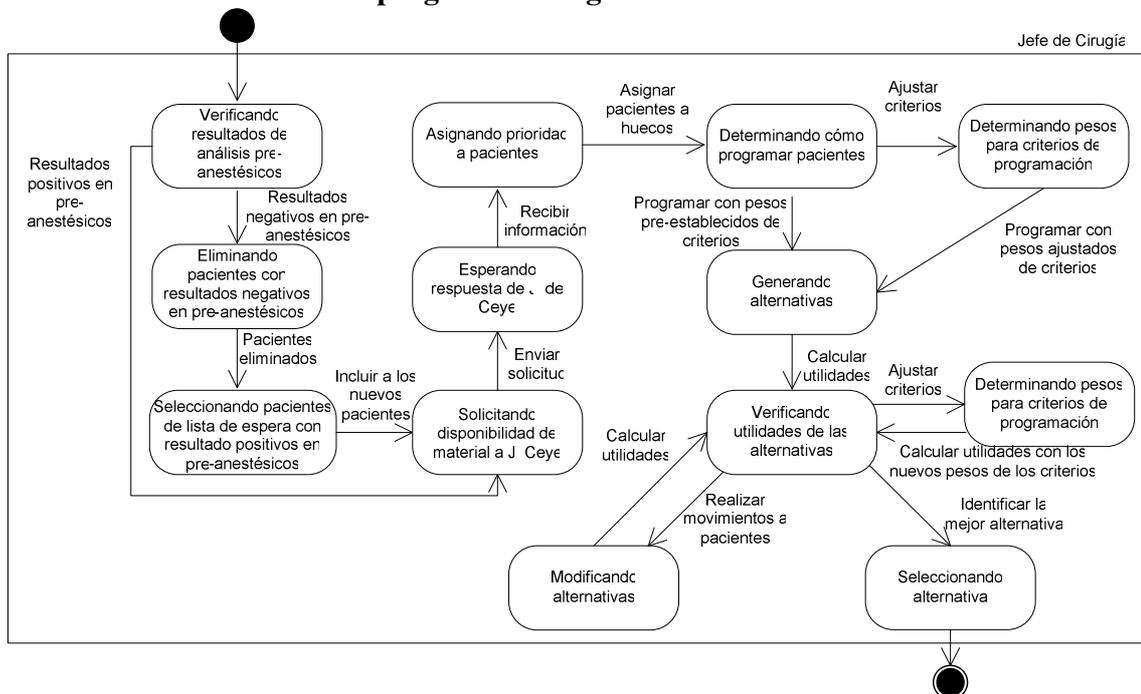


Figura 98. Diagrama de transición de estados para Jefe de Cirugía al decidir la fecha definitiva de cirugía.

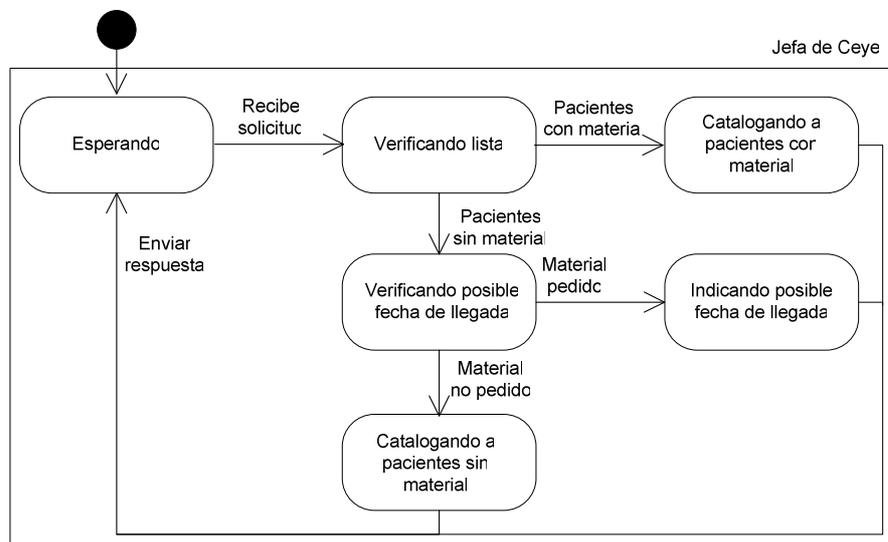


Figura 99. Diagrama de transición de estados para Jefa de Ceye al decidir la fecha definitiva de cirugía.

S.8.5 Descripción del soporte adecuado

Nivel de soporte necesario: Basado en GDSS y un posible flujo de trabajo.

Elementos a los que se les brindará soporte por medio del GDSS: Manejo de información, manejo de modelos, análisis de alternativas en función de objetivos, incertidumbres y coordinación. Es decir, se trata de un GDSS orientado a los datos, modelos, conocimiento y coordinación.

Actividades a las que se les brindará soporte por medio del flujo de trabajo: Pre-programación de cirugías por parte de la Secretaria de la Jefatura de Cirugías, la programación final por parte del Jefe de Cirugía y la Jefa de Ceye, el manejo de material de osteosíntesis y las predicciones de disponibilidad de este material por parte de la Jefa de Ceye.

Soporte para el manejo de información: Se construye la estructura de la base de datos, de acuerdo a los elementos de información manipulados en el proceso de decisión. También se transforman los elementos de información manipulados y producidos en la toma de decisión en elementos almacenados y manejados en el GDSS. Requiriéndose necesidad de manejar información acerca de médicos, horarios, pacientes, material, pedidos de materia, cirugías, criterios de decisión, programación de cirugías.

Soporte para el manejo de modelos: En cuanto al manejo de modelos, los modelos ya estudiados como requeridos son: modelo para generación de alternativas con base en los objetivos de decisión, modelo para análisis de alternativas por medio de utilidades para cada uno de los objetivos. Entonces con los modelos estructurados en la fase 6, es fácil transformarlos en elementos de software.

Soporte para la estimación de incertidumbres: Para la estimación de incertidumbres, se requieren modelos estadísticos para estimar una duración más precisa de cirugías, la posible llegada y duración de urgencias y la necesidad de cierto material.

Soporte a la coordinación: Con base en los elementos identificados de coordinación se crean mecanismos o roles computacionales –también llamados agentes de software-, necesarios para llevar a cabo una adecuada coordinación entre los participantes en la decisión y que a su vez funjan como facilitadores en el acceso y modificación de la información necesaria para tomar la decisión y en los modelos de decisión. Así, el GDSS debe dar soporte para que se siga el proceso de decisión, además también se requiere soporte para llevar a cabo la interacción necesaria entre los roles y el acceso a recursos tales como información y modelos.

Aspectos que no deben ser automatizados: El soporte también debe tomar en cuenta la experiencia de los roles dentro del proceso y cuidar que esa experiencia no sea reemplazada erróneamente con elementos automatizados, así como analizar la flexibilidad que debe

contener el GDSS con base en dicha experiencia. Por lo tanto, en cuanto a la programación de cirugías, el soporte debe tomar en cuenta que se puedan modificar los pesos de los criterios de decisión, que sea posible una modificación manual de las alternativas de programación de cirugías, que el Jefe de Cirugía pueda decidir si tomará o no en cuenta las urgencias y duración de cirugías, sugeridas por los modelos de pronósticos. Finalmente la Jefa de Ceye debe poder determinar con base en su experiencia la posible fecha de llegada de material, basándose en la fecha en que se realizó el pedido del mismo.

Apéndice D. Diseño del prototipo desarrollado

En este apéndice se muestran los diagramas realizados en el diseño del GDSS desarrollados para la programación de cirugías de traumatología. Estos diagramas están integrados por casos de uso, diagramas de secuencia y de clases.

D.1 Casos de uso

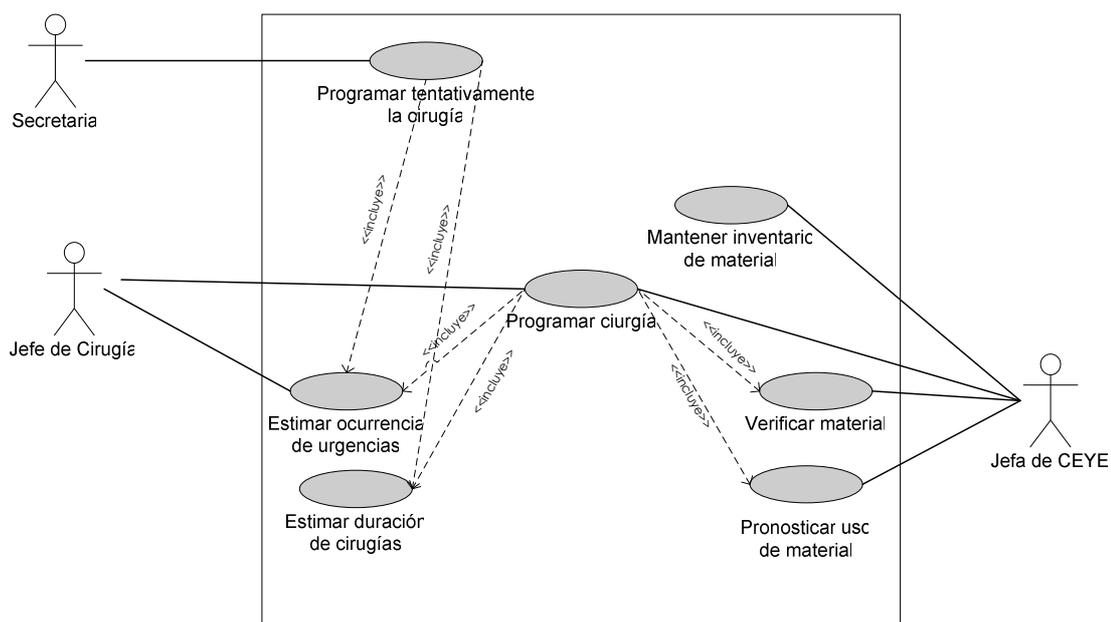


Figura 100. Diagrama de casos de uso para el GDSS referentes al usuario.

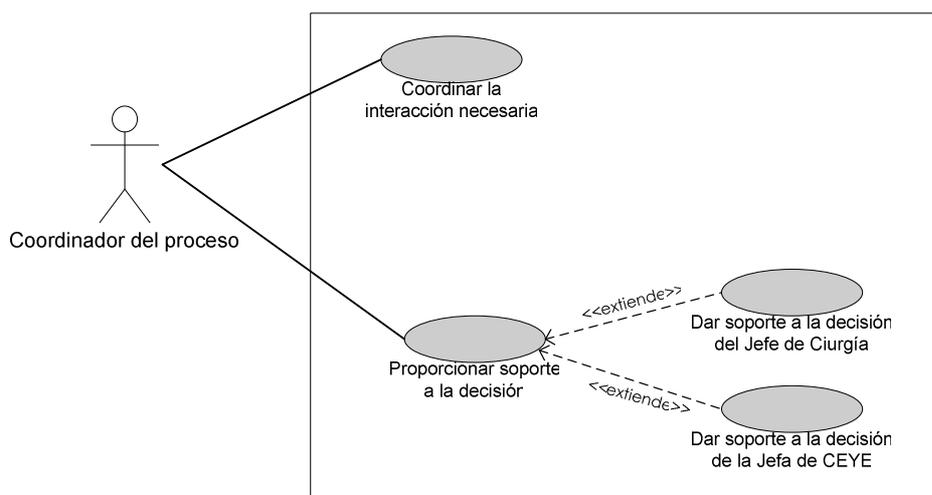


Figura 101. Diagrama de casos de uso para llevar a cabo la coordinación y el soporte a la decisión en el GDSS.

D.2 Diagramas de secuencia

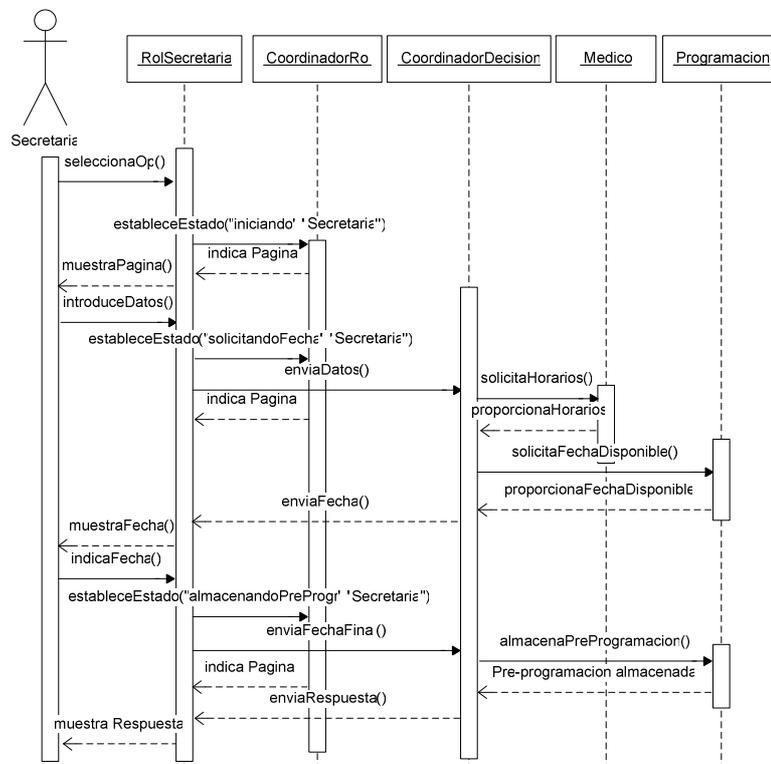


Figura 102. Diagrama de secuencia del caso de uso Programar tentativamente la fecha de cirugía.

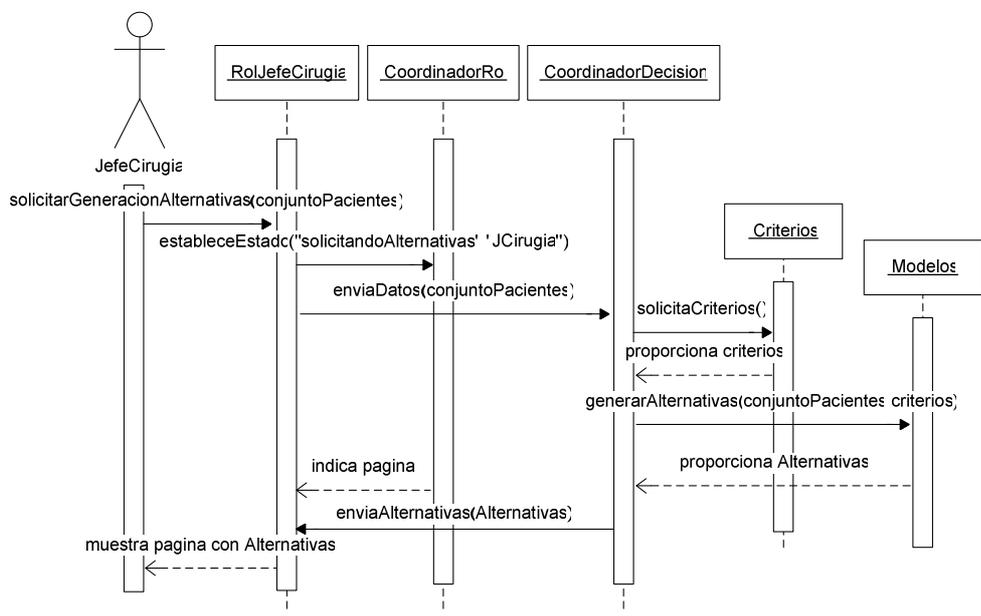


Figura 103. Diagrama de secuencia de parte del caso de uso Programar cirugía.

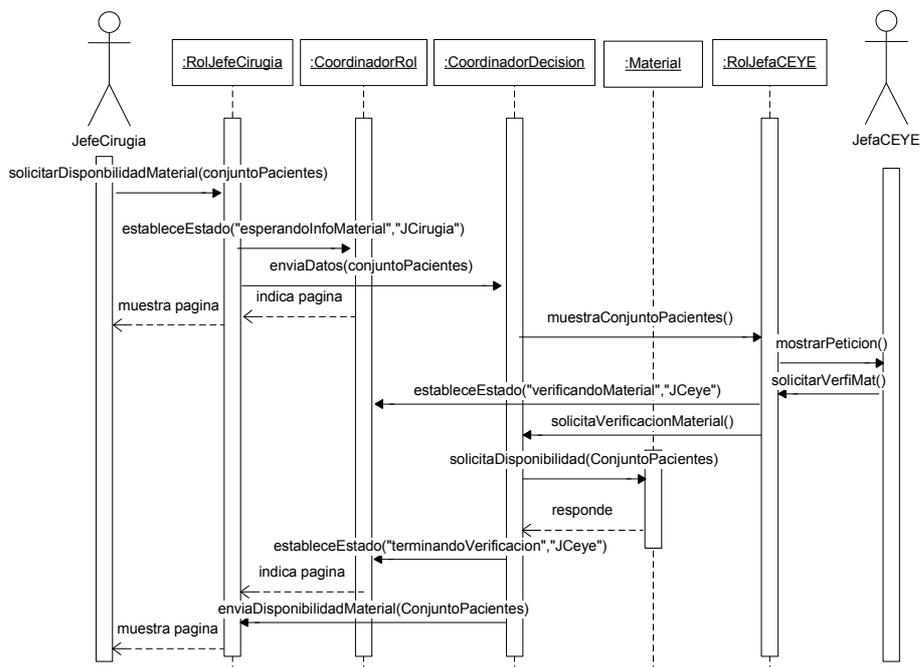


Figura 104. Diagrama de secuencia de parte del caso de uso Programar de cirugía, mostrando particularmente la interacción.

D.3 Diagrama de clases

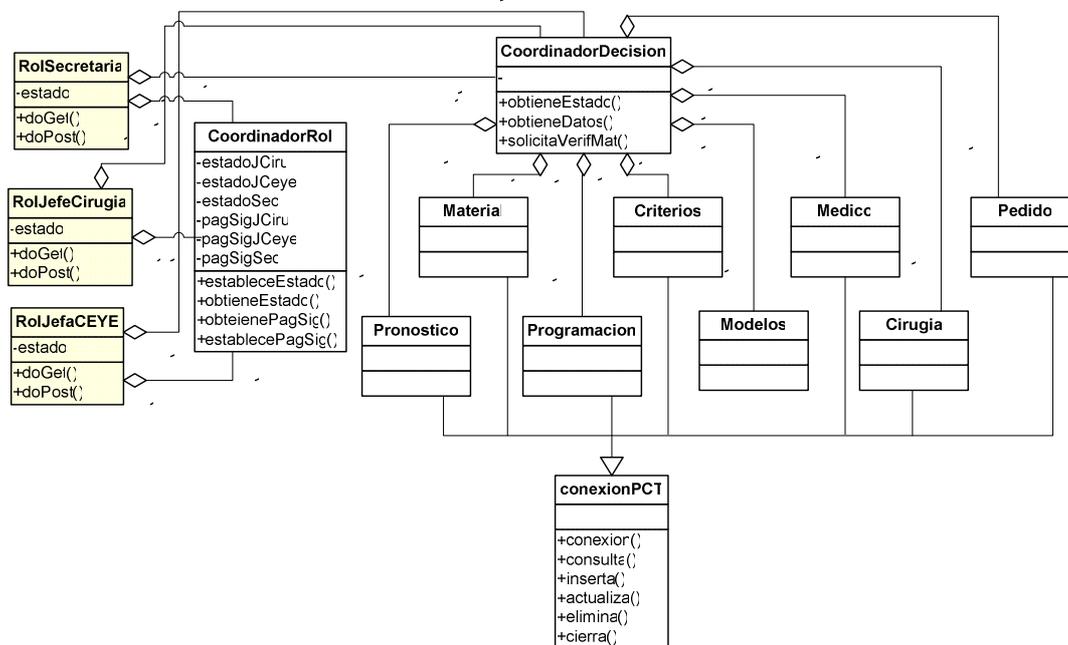


Figura 105. Diagrama de clases del GDSS.