

Ministerio de Educación Superior
Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Facultad de Matemática, Física y Computación



TRABAJO DE DIPLOMA

“Modelación de reglas de negocio como apoyo para sistemas de información en el área de nefrología”

AUTORES

Mirka Díaz Vellón

Jorge Alberto González Mena

TUTORES

MSc. María Elena Martínez del Busto

MSc. Eladio Cuellar Vega

CONSULTANTE

Dr. Paulino Fernández Hernández

SANTA CLARA - 2008
“Año 50 de la Revolución”

Dictamen

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de los estudios de la especialidad de Ciencia de la Computación, autorizando a que el mismo sea utilizado por la institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la autorización de la Universidad.

Firma del autor

Firma del autor

Los abajo firmantes, certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdos de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del tutor

Firma del tutor

Firma del jefe del Seminario

Para que me recuerden...

**Cuando mi vida haya terminado tomen de mi cuerpo todo lo que a otros sirva
para continuar viviendo y tener una vida más plena.**

**Den mis ojos a alguien que jamás haya visto la aurora o la cara de un niño,
o el amor en la cara de una mujer.**

**Denle mi corazón a alguien cuyo propio corazón le ha causado
interminables días de dolor.**

**Den mi sangre al adolescente que haya resultado mal herido en un accidente,
de manera que con esa ayuda pueda ver jugar a sus nietos algún día.**

**Den mis riñones a un enfermo que hoy depende para sobrevivir
de una máquina cada tantos días.**

**Tomen mis huesos, cada músculo, cada fibra y nervio en mi cuerpo
y encuentren la manera de hacer que pueda caminar un niño impedido.**

**Si algo quedara para ser enterrado, que sean mis pecados, debilidades
y todos mis prejuicios contra mis semejantes.**

Entreguen mi alma a Dios.

Si hacen todo lo que les he pedido, viviré siempre.

Paciente Anónimo

A nuestra familia que es una sola, por habernos forjado y sustentado hasta aquí.

A mis padres por su apoyo incondicional.

Mirka

A mi abuela Leo por su esfuerzo y dedicación.

Jorgito

A toda la familia por su amor y espíritu que nos dieron fuerzas.

A mi papá por siempre haber confiado en mí.

A mi mamá por retarme a diario con su psicología característica.

A mi abuela Emma por complacerme en todos mis antojos y hacer posible el alcance de esta meta.

Mirka

A mi abuela Leo por estar constantemente pendiente de mí.

A mis padres por apoyarme siempre.

A mi tío Enrique por cuidarme.

Jorgito

A todos los profesores que contribuyeron a nuestra formación.

A María Elena por darnos tanta confianza y apoyo.

A Eladio por enseñarnos a luchar por la perfección.

Al Dr. Paulino por regalarnos tantas horas de su preciado tiempo.

A nuestros compañeros y amigos con los que hemos compartido estos años.

A la vida por habernos unido y hacer que no halla tarea imposible siempre que estemos juntos.

RESUMEN

La insuficiencia renal crónica es cada vez más común y de complejo seguimiento. Es conceptualizada como una enfermedad epidémica y catastrófica. El manejo de toda la información necesaria para los procesos de consulta de enfermedad renal crónica avanzada, hemodiálisis ambulatoria y trasplante renal en el hospital docente provincial “Arnaldo Milián Castro” es realmente engorroso. Se quiere contar con el diseño de estos procesos y un sistema de información que permita el manejo de los datos de forma precisa en el área de nefrología, regido por las reglas de negocio. El sistema se implementa como una aplicación web con arquitectura cliente-servidor y utilizando la plataforma de software libre CakePHP, la cual permite la separación entre la lógica del negocio y la presentación, facilitando los procesos de diseño e implementación, así como el mantenimiento del sistema. Mediante la aplicación se logra la automatización de las actividades de este complicado proceso manual, lo que garantiza una gestión de la información de forma rápida y eficiente.

ABSTRACT

The chronic kidney insufficiency is today more common and its treatment more complex. It is defined as an epidemic and catastrophic disease. The manipulation of the necessary information for the consultation processes of chronic advanced kidney disease, ambulatory hemodialysis and kidney transplant in the “Arnaldo Milián Castro” Provincial Hospital is really very difficult. It is desired to have the design of these processes and a system of information that allows the handling in a precise of all the data in the nephrology section, ruled by the business rules. The system implements a web site with client-server architecture and uses the free software platform CakePHP, that allows the separation between the logic of the business and the presentation, making this application achieves the automation of the activities of this complicated manual process and guarantees the information administration in a rapid and efficient way.

Tabla de contenido

<i>Introducción</i>	1
CAPÍTULO I. “Conceptos básicos y protocolo de trabajo en la gestión y control de los pacientes del área de nefrología”. _____	6
1.1 Desarrollo histórico de los trasplantes renales _____	6
1.2 Características de los trasplantes renales _____	8
1.2.1 Cuidados preoperatorios _____	11
1.2.2 Cuidados postoperatorios _____	11
1.2.3 Seguimiento por consultas externa _____	13
1.3 Procesos y actividades en el área de nefrología _____	13
1.3.1 Insuficiencia renal crónica terminal _____	13
1.3.2 Consulta renal crónica avanzada o consulta de progresión _____	14
1.3.3 Hemodiálisis _____	15
1.3.4 Trasplante renal _____	21
1.4 Protocolo de trasplante renal donador vivo relacionado _____	22
1.4.1 Potencial donador _____	22
1.4.2 Manejo del donador _____	23
1.4.3 Cirugía de banco _____	24
1.4.4 Receptor de trasplante renal con donador vivo relacionado _____	24
1.4.5 Manejo del receptor _____	24
1.4.6 Postoperatorio inmediato _____	25
1.4.7 Inmunosupresión _____	26
1.4.8 Fase de mantenimiento _____	26
CAPITULO II. “Modelo de procesos de negocio como base para el modelado de las reglas de negocio” _____	27
2.1 Las reglas de negocio, definición y clasificación _____	27
2.1.1 Definiciones básicas asociadas a reglas de negocio _____	28
2.1.2 Clasificación de reglas de negocio _____	29
2.2 Las reglas de negocio en el ciclo de vida de los sistemas de información _____	33
2.2.1 Ciclo de vida de las reglas del negocio _____	34
2.3 Modelado de procesos basado en reglas de negocio _____	38
2.3.1 Modelos relacionados a reglas de negocio _____	38
2.3.2 Procesos y actividades del negocio _____	39

2.3.3	Relación de procesos con reglas de negocio	41
2.4	Modelo de procesos de negocio para área de nefrología	42
2.4.1	Principales procesos	42
2.4.2	Modelo de proceso para la consulta de progresión	44
CAPÍTULO III. “Diseño e implementación de la base de datos para el área de nefrología”.		48
3.1	Diseño conceptual de la base de datos	48
3.1.1	Herramienta utilizada para el diseño conceptual	48
3.1.2	Generalidades del diseño de la base de datos para nefrología	48
3.1.3	Reglas de negocio plasmadas en el modelo conceptual	49
3.2	Submodelos principales	50
3.2.1	Submodelo de la consulta de progresión	50
3.2.2	Submodelo de hemodiálisis	51
3.2.3	Submodelo de trasplante renal	52
3.3	Implementación de la base de datos	53
3.3.1	MySQL como gestor de bases de datos	53
3.3.2	PHPmyadmin como herramienta de trabajo	54
CAPÍTULO IV. “Sistema de información para nefrología basado en reglas de negocio”		56
4.1	Diseño del sistema	56
4.1.1	Arquitectura de tres capas	56
4.1.2	Distribución física de las diferentes capas	60
4.2	Herramientas usadas	61
4.2.1	Modelo Vista Controlador	61
4.3	Sistema de información para trasplante renal	63
4.3.1	Entrada al sistema	63
4.3.2	Pacientes de atención secundaria	63
4.3.3	Consulta de progresión	65
4.3.4	Hemodiálisis	65
4.3.5	Trasplante	65
<i>Conclusiones</i>		<i>68</i>
<i>Recomendaciones</i>		<i>69</i>
<i>Referencias Bibliográficas</i>		<i>70</i>
<i>Anexos</i>		<i>73</i>

A.	Reglas del negocio en español.	73
B.	Reglas del negocio en inglés.	78

Introducción

Los servicios de salud se caracterizan en general por un control de la evolución de los pacientes en consultas generales y su continuidad en consultas especializadas en la medida que los diagnósticos ganan en precisión y los casos así lo requieren. Esta práctica médica, aparentemente sencilla supone un respaldo informativo que en su fase primaria puede ser bastante standard pero que en la medida que los casos pasan a una atención más especializada, requieren un tratamiento diferenciado y difícilmente se puedan abordar soluciones generales; razón por la cual se inicia esta experiencia con el estudio de los servicios de nefrología.

Se reconoce que el éxito que han tenido los trasplantes de riñón, se debe a dos razones: en primer lugar al desarrollo que sin lugar a dudas han tenido las nuevas técnicas quirúrgicas y a los tratamientos médicos asociados. Si bien es cierto que la razón anteriormente mencionada está asociada a avances en la medicina; la segunda razón no menos importante está relacionada con la aparición y desarrollo de estructuras organizativas que permiten el control coordinado de todas las fases que intervienen en un protocolo para un proceso de trasplante y del control de los receptores y de la donación de los órganos, acorde a políticas y leyes locales, nacionales e incluso internacionales relacionadas con la donación de órganos. Es obvio que la organización y coordinación de trasplantes, es una tarea compleja que requiere varias actividades clínicas que involucran numerosas personas y equipos de trabajos; a la vez de un proceso administrativo paralelo a los procesos clínicos.

Desde el punto de vista computacional, para la coordinación y realización de dichas actividades se requiere usualmente la aplicación de tecnologías que responden a diferentes paradigmas computacionales y en base a ello las aplicaciones pueden variar en dependencia del peso que se le de a alguno de ellos; en la actualidad el enfoque conocido por reglas de negocio coloca en un primer plano la captación de las políticas, regulaciones, leyes, etc. que deben hacerse cumplir o simplemente observar durante los procesos que se llevan a cabo.

Las reglas de negocio son definiciones explícitas que regulan cómo opera un determinado negocio y cómo el mismo es estructurado; se entiende por negocio cualquier tipo de servicio que ofrezca determinada institución. Estas reglas de negocio

son imprescindibles para el funcionamiento de la empresa o institución correspondiente, así como para el sistema de información que soporta sus procesos.

Existen diferentes tipos de reglas de negocio, entre las formas más simples se encuentran las tradicionales validaciones que restringen valores válidos para los datos que se captan, tal es el caso por ejemplo que el sexo de un paciente puede ser sólo femenino o masculino; no obstante no es este el tipo de regla que es de interés en el enfoque de reglas de negocio, sino aquellas que constituyen normas, regulaciones, lineamientos, etc., que son representativas del negocio y sensibles a ser modificadas (Bajec, 2005).

En las aplicaciones clásicas de bases de datos estas reglas han estado dispersas dentro de la lógica de las aplicaciones, lo que ha hecho difícil su modelación y mantenimiento, si bien por el contrario se facilita su aplicación. En el enfoque de reglas de negocio, los usuarios tienen la posibilidad de definir las reglas previo al desarrollo de las aplicaciones, logrando de esta forma una independencia de las aplicaciones que las usan y facilitándose así su mantenimiento; o sea si cambia una regulación, solo hay que reflejarlo en la definición de la regla y no en los múltiples controles que hacen uso de la misma.

Atendiendo a las diferentes clasificaciones que se han dado para reglas de negocio, sólo para el proceso de trasplantes de riñón se han identificado decenas de ellas, por ejemplo:

R1: Un paciente puede ser donante vivo si su edad está entre 18 y 55 años.

R2: Un paciente no puede ser donante de riñón si tiene alguna de las contraindicaciones absolutas: VIH, tumores malignos o sepsis generalizada.

La identificación de todas las regulaciones relacionadas con un servicio dado y su posterior consideración en sistemas que las hagan cumplir, constituye sin lugar a dudas un nuevo enfoque que eleva el rigor y mejora la calidad de los servicios que se ofrecen.

La insuficiencia renal crónica es considerada un problema de salubridad y un reto de gran envergadura para las instituciones de salud pública y los gobiernos. Corresponde a la sociedad en su conjunto, prevenir la aparición de esta enfermedad así como el

desarrollo de sus complicaciones y disminuir el número de enfermos que arriben a la etapa terminal por ser un problema epidemiológico, social y económico.

En el hospital docente “Arnaldo Milián Castro”, de Villa Clara, los pacientes que padecen enfermedades renales crónicas son atendidos en una consulta multidisciplinaria denominada consultas de enfermedad renal crónica avanzada o consulta de progresión, de esta pueden ser reorientados a sus áreas de salud o remitidos a métodos sustitutivos, entre los que se encuentran: hemodiálisis y trasplante renal.

En el presente trabajo se aborda dicho enfoque para los servicios de salud que centra la modelación en la reglas de negocio y las aplicaciones que se desarrollan tienen una total independencia de las mismas, solo tienen que hacerse cumplir; facilitándose de esta forma su mantenimiento y modelación.

Considerando los elementos expuestos anteriormente se propone la siguiente hipótesis para la presente investigación:

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:

Los procesos de consulta de progresión, hemodiálisis ambulatoria y trasplante renal pueden ser automatizados apoyados en las bondades de la tecnología web y contando con el diseño de una base de datos robusta regida por las reglas del negocio.

Para dar cumplimiento a la hipótesis propuesta en la investigación se proponen los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un sistema de información con arquitectura de tres capas y un ambiente web regido por las reglas del negocio para automatizar los procesos relacionados con el área de nefrología: consulta de progresión, hemodiálisis ambulatoria y trasplante renal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar y modelar los procesos y reglas del negocio para el área de nefrología.
2. Diseñar y construir una base de datos robusta para soportar los requerimientos que permitan el control de los procesos que se llevan a cabo en esta área.

3. Diseñar e implementar un sistema de información con arquitectura de tres capas para automatizar los diferentes procesos involucrados.

VALOR PRÁCTICO

Al disponer de un sistema de información con servicios mediante la web se logra automatizar la gestión de la información referente a los procesos de consulta de progresión, hemodiálisis ambulatoria y trasplante renal, se hace más eficiente y segura la atención al paciente, permitiendo al personal médico y paramédico ingresar y consultar datos y información desde cualquier sitio de la red hospitalaria.

El equipo médico encargado de cada caso tendrá acceso a la información de sus pacientes, siendo posible la actualización y procesamiento desde cualquier lugar y en el momento preciso. La consulta multidisciplinaria puede incluir la valiosa colaboración de especialistas que se encuentren en otros centros hospitalarios.

Resulta factible además el uso del sistema para hacer consultas interhospitalaria con especialistas de otras provincias, teniendo acceso al sistema en un ambiente web por la red nacional hospitalaria. Casos complejos pueden ser motivo de estudio por un equipo médico sin tener que movilizarse al lugar donde se encuentra el paciente.

La información almacenada facilita el estudio de casos a investigadores del tema, tanto en pregrado como en estudios de especialidad o postgrado, constituyendo así una importante herramienta investigativa y un valioso material de consulta.

VIABILIDAD

El desarrollo de la informática y en particular de las tecnologías cliente-servidor, las tecnologías de bases de datos y los lenguajes de programación, permiten enfrentar con éxito el desafío de desarrollar una aplicación computacional como la que se pretende. Tanto MySQL (gestor de base de datos) como PHP (lenguaje de programación) han sido objeto de estudio a lo largo de la carrera, lo que permite dominar los conocimientos y habilidades necesarias para enfrentar esta tarea.

Actualmente el hospital cuenta con una red local cuya conexión es estable y rápida (hasta 100 Mbps). Esto permite a los nefrólogos y enfermeras relacionados con esta labor, una fácil conexión con la red del centro para la gestión de la información necesaria en el desempeño de dicha tarea.

El uso de la programación web y en especial de la herramienta CakePHP con arquitectura Modelo Vista Controlador, permiten separar la parte de la interfaz visual de la lógica del negocio, brindando mayor modularidad y flexibilidad ante posibles cambios futuros o integración con otros sistemas.

Conscientes de la importancia social de la aplicación, el hospital ha facilitado los recursos necesarios, tanto materiales como humanos, para la realización del mismo. Se habilitó un servidor de PHP y otro de MySQL, que por demás son de fácil instalación y uso, se asesoró en todas las cuestiones referentes a conceptos específicos manejados por el centro y se suministró toda la información necesaria referente al tema.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

La tesis se estructura en cuatro capítulos. El primer capítulo se dedica a conceptualizar términos relacionados con la nefrología y se describen una metodología para los procesos que se llevan a cabo en esta sensible área hospitalaria. El capítulo dos aborda los procesos del negocio con casos de uso del mismo, se establece la definición de elementos como reglas de negocio y procesos. El tercer capítulo describe las herramientas usadas para el diseño y la implementación de la base de datos que soporta el sistema de información, se comentan además soluciones dadas a diferentes problemáticas de diseño presentadas que pueden resultar de interés. Finalmente, en un cuarto capítulo se incluyen caracterizaciones de las herramientas utilizadas para el desarrollo del software, así como el modelo y su arquitectura. Se comentan además aspectos relativos al ambiente y uso del producto de software obtenido.

CAPÍTULO I. "Conceptos básicos y protocolo de trabajo en la gestión y control de los pacientes del área de nefrología".

1.1 Desarrollo histórico de los trasplantes renales

La práctica de la medicina de trasplante ha sido adoptada, como primera opción terapéutica, para un número creciente de enfermedades orgánicas durante los últimos 50 años.

Existen importantes factores a considerar: el desarrollo paralelo de formas avanzadas de cuidado en el paciente críticamente enfermo y la necesidad de órganos para trasplante, la selección de receptores para trasplante, la asignación de órganos cadavéricos para trasplante, entre otros importantes y controversiales elementos a considerar. Estos puntos de debate adquieren inusitada importancia en un escenario de enorme demanda de órganos para trasplante.

La compleja figura del donador vivo en la práctica de la medicina de trasplante obliga a la precisa definición de los criterios de seguridad y respeto a la capacidad de decisión respecto a la donación (Reyes-Acevedo, 2005).

Antes del histórico primer trasplante renal exitoso en diciembre de 1954 (Merrill et al., 1956, Reyes-Acevedo, 2005) se realizaron en Boston, Chicago, Londres, París y otros centros, múltiples procedimientos de trasplante en humanos desde que Voronoy injertó por primera vez un riñón en Khersov en la URSS (Kuss and Bourget, 1992, Reyes-Acevedo, 2005). Como es sabido, todos estos procedimientos fueron infructuosos y está claro que la mayor parte de ellos se realizaron en condiciones que hoy serían éticamente inaceptables.

Desde entonces, la medicina del trasplante ha tenido progresos sorprendentes, probablemente ninguna otra área de la ciencia ha evolucionado de forma tan rápida y el número de problemas médicos que tienen solución mediante el trasplante es y será cada vez mayor. En tal virtud, el pensamiento y el actuar de los médicos ante estas nuevas formas de ejercer la medicina han tenido que evolucionar rápidamente en algunos casos, adaptarse en algunos otros, quizás resignarse en otros.

A lo largo de la historia el quehacer médico ha buscado definir lineamientos rectores para un actuar acorde con *la ética médica*. Ética médica se define como "Conjunto de

valores, principios morales y de acciones relevantes del personal responsable de la salud (médicos, enfermeras, técnicos y funcionarios) dirigidos a cumplir con los objetivos de la medicina”.

El primer documento moderno que mediaba las relaciones entre médicos, cirujanos y boticarios en Manchester y es considerado el primer escrito de ética médica, fue formulado por Tomas Percival en 1794. En su libro *Medical Ethics* se describen lineamientos para el comportamiento de los médicos, para la relación médico-paciente e incluso diversas medidas de carácter administrativo que serían precursoras del expediente clínico.

La medicina de trasplante añade tácitamente la figura de un *tercer elemento* en la *relación médico-paciente*: el donador de órganos, el cual es un sujeto sano que inesperadamente se ve involucrado en la solución de un problema que en realidad no le pertenece. Enfrentamos ahora uno de los escenarios más complejos en el quehacer médico: *la relación médico-paciente-donador*.

El primer trasplante renal de donador vivo fue realizado por Küss, Teinturier y Milliez en 1951 en Francia, ellos utilizaron un “*riñón libre*” y lo trasplantaron en una mujer de 44 años, se obtuvo un funcionamiento temporal no mayor de 30 días (Kuss and Bourget, 1992, Reyes-Acevedo, 2005), tres años después se realizaba el primer trasplante exitoso en Boston, el riñón se obtuvo de un hermano gemelo del receptor (Merrill et al., 1956, Reyes-Acevedo, 2005). Estos dos eventos inauguraban la idea de que los órganos humanos podían ser compartidos para fines terapéuticos. Paulatinamente la donación de un órgano sólido por una persona viva, se convirtió en una alternativa viable para el trasplante renal primeramente, y después para trasplantes segmentarios de hígado, páncreas, pulmón e intestino, el donador vivo nació por necesidad y se mantiene por necesidad, basada en tres requisitos esenciales (Reyes-Acevedo, 2005):

- Altas posibilidades de éxito en proveer de una mejor calidad de vida en el receptor que otras opciones disponibles.
- El riesgo de la donación debe ser bajo y aceptable para el donador, el receptor y el médico.
- La donación debe ser voluntaria y de un donador suficientemente informado.

El trasplante renal constituye la mejor opción terapéutica para los pacientes con insuficiencia renal crónica terminal en diálisis o hemodiálisis, ya que les ofrece el mayor potencial para restaurar una vida sana y productiva y por tanto mejorar la calidad de vida.

En la actualidad, con la aparición de nuevos fármacos inmunosupresores, se están alcanzando una mortalidad mínima, aunque si bien es cierto, el trasplante renal es un procedimiento quirúrgico electivo o semielectivo que se realiza a pacientes que han sido sometidos a una evaluación cuidadosa (Redín et al., 2006).

La atención a estos pacientes supone un gran reto para enfermería, ya que son pacientes sometidos a una cirugía mayor que requieren múltiples cuidados y que además tienen asociado un componente de educación sanitaria muy importante.

Riesgo-beneficio aceptable

La evaluación del riesgo en los potenciales donadores puede volverse una balanza difícil de mantener en equilibrio, la excesiva presión y expectativas de la familia acerca del trasplante pueden llevar a subestimar los riesgos de un potencial donador, el caso más ilustrativo es el del paciente con diabetes mellitus en donde se evalúa como donador uno de sus hijos.

La Reunión de Ámsterdam en 2004 reunió expertos de todo el mundo a fin de establecer guías para la evaluación y seguimiento del donador renal vivo (Delmonico and al, 2004, Reyes-Acevedo, 2005), es un documento que cuenta con el consenso de prestigiosos centros internacionales y además toma en cuenta visiones diversas en este respecto.

El trasplante renal de donador vivo confiere ventajas, que se expresan claramente en mejores resultados globales a largo plazo, en comparación con el trasplante de donador cadavérico (Reyes-Acevedo, 2005, Pascual and al, 2002, Daar, 1995, Levey et al., 1986, Matas and Najarian, 1994); estas ventajas no deben entenderse como una *ganancia tácita*, sino como una responsabilidad adquirida, ya que las ventajas solamente pueden ser obtenidas con cuidadoso y estricto seguimiento postrasplante.

1.2 Características de los trasplantes renales

El trasplante renal es un procedimiento quirúrgico para implantar un riñón sano en un paciente con insuficiencia renal crónica. Consiste en extraer un riñón de una persona

(donante) y colocarlo en un paciente que presente insuficiencia renal crónica en fase terminal. Puede ser trasplantado a un paciente con diagnóstico confirmado de insuficiencia renal crónica avanzada o que ya se encuentre en un programa de hemodiálisis o en diálisis peritoneal.

Los pacientes con enfermedad renal crónica pueden recibir terapia con diálisis para salvar la vida hasta tanto se pueda encontrar un donante de riñón. El riñón donado puede provenir de:

- Un donante familiar vivo: (genéticamente emparentado con el receptor: padres, hermanos o hijos).
- Un donante muerto (persona recientemente fallecida que no ha tenido enfermedad renal crónica).

El transporte del riñón saludable se hace en una solución salina refrigerada que preserva el órgano hasta por 48 horas, permitiendo que se hagan los análisis necesarios para determinar la compatibilidad de la sangre y el tejido del donante y el receptor (estas pruebas, en algunos casos, se hacen antes de la operación).

Algunas de las enfermedades causantes de la falla de los órganos pueden reaparecer en el riñón que se trasplante, de ahí la importancia de conocer la causa de la falla renal. Para ello se realizan los estudios llamados "exámenes de protocolo", en ellos se trata de conocer si el paciente presenta otros trastornos, relacionados o no con la insuficiencia renal crónica. Se hacen estudios del aparato digestivo, de las vías urinarias, corazón, pulmones, sangre, dentadura, etc. y si se encuentran trastornos importantes, se tratará de corregirlos por tratamiento médico o mediante cirugía, para que al momento del trasplante no se presenten otros problemas.

Hay que analizar los casos de manera individual; factores como edad avanzada, diabetes, antecedentes de infartos cardiacos, derrames cerebrales, cáncer, tuberculosis, rechazo a trasplantes previos, adicción a medicamentos, entre otros, pueden afectar no sólo la evolución de los riñones, sino la vida misma del receptor.

El trasplante de riñón se recomienda a pacientes con insuficiencia renal causada por presión sanguínea elevada, severa e incontrolable, infecciones, glomerulonefritis y diabetes. Solamente no es recomendable en pacientes que presenten enfermedad del

hígado, del corazón o del pulmón, otras enfermedades potencialmente letales, ciertas infecciones y dificultad para tomar los medicamentos varias veces cada día por el resto de sus vidas.

Los riesgos que implica esta operación son los mismos de cualquier tipo de procedimiento con anestesia:

- Reacciones a los medicamentos
- Problemas respiratorios

Los riesgos que implica cualquier tipo de cirugía son:

- Hemorragia
- Infección

Los riesgos adicionales son, entre otros:

- Infecciones ocasionada por medicamentos inmunosupresores que deben tomarse para prevenir los rechazos al trasplante.

Los trasplantes de riñón ofrecen generalmente el mejor pronóstico para los pacientes con enfermedad renal en estado terminal. La mayoría de los centros tienen pacientes y sobrevivientes con trasplantes de órganos, sin complicaciones, con más del 90% al año y más del 80% a los 3 años. De los 10 a 15 años, alrededor del 50% de los riñones trasplantados aún son funcionales. Los riñones de donantes vivos emparentados funcionan mejor que los de donantes con muerte encefálica.

Sin embargo, este éxito tiene su costo. El sistema inmune del paciente identifica el riñón trasplantado como un órgano extraño y trata de destruirlo, lo que se conoce como rechazo. Con el fin de evitar este rechazo, casi todos los receptores de trasplante de riñón requieren tratamiento de por vida con medicamentos que supriman la respuesta inmune (terapia inmunosupresora). Dado que el sistema inmune está suprimido, el paciente tiene un mayor riesgo de infección y cáncer, lo cual requiere exámenes agresivos para este último. Los medicamentos inmunosupresores tienen en sí efectos secundarios, que pueden incluir presión sanguínea alta y colesterol alto, aumento del riesgo de diabetes y otros problemas.

El éxito de un trasplante de riñón depende en parte del seguimiento minucioso y el cumplimiento meticuloso del régimen de medicamentos.

1.2.1 Cuidados preoperatorios

Al ingreso de todo paciente que va a ser trasplantado, la enfermera comprobará que al paciente se le han realizado todas las pruebas establecidas en el protocolo "Receptor renal" que incluye analítica en sangre y orina, pruebas radiológicas, reserva de hemoderivados, serologías y cross - match.

A continuación, se realiza la valoración inicial del paciente por sistemas y se planifican los cuidados preoperatorios. El paciente será valorado por el urólogo, nefrólogo y anestesta. Todo ello quedará registrado en el programa de cuidados de enfermería.

Una vez realizada la cirugía, el paciente es trasladado a la unidad de cuidados intensivos donde permanecerá ingresado durante aproximadamente 48 horas.

1.2.2 Cuidados postoperatorios

Tras la estancia en unidad de cuidados intensivos, el paciente es trasladado a una sala especialmente acondicionada. La enfermera recibe al paciente y tras una valoración exhaustiva se establece el protocolo de cuidados postoperatorios del trasplante adaptándolos a las características singulares de cada paciente. Se siguen los cuidados postoperatorios propios de toda cirugía mayor. Todos estos cuidados irán encaminados a prevenir las complicaciones tanto médicas como quirúrgicas que describe la bibliografía.

Se planifica todo el protocolo diario de analítica, que puede ser modificado según la evolución de la función renal y del propio paciente. La orden médica del paciente también puede ser actualizada y modificada en cualquier momento exclusivamente por el facultativo con acceso.

El paciente llega a la unidad con una vía central bilumen ó trilumen, sonda urinaria, drenaje abdominal y la herida quirúrgica. El protocolo de cuidados que se establece es el siguiente:

- **Educación Sanitaria:** Se llevará a cabo a partir del segundo día postoperatorio por la mañana y en el turno de tarde se refuerza la información dada. Guía "Educación al paciente trasplantado renal".
- **Aislamiento protector:** Se explicará a los acompañantes la importancia del lavado de manos, uso de mascarilla y bata y restricción de visitas.
- **Gráfica de constantes y peso en ayunas.**
- **Control de glucemias:** El programa dispone de una hoja metabólica en la que el médico deja pautado el horario de los controles y la pauta insulínica.
- **Cuidados de deambulación precoz y uso de medias elásticas.**
- **Ayuda en las actividades de la vida diaria.**
- **Valoración de la eliminación fecal.**
- **Cuidados de la vía central.**
- **Cuidados de la sonda vesical y eliminación urinaria.**
- **Cuidados del drenaje.**
- **Cuidados de la herida.**
- **Balance hidroelectrolítico estricto.**
- **Administración de medicación prescrita,** prestando especial atención a los inmunosupresores.

Al alta se refuerza la educación sanitaria sobre el cuidado de la herida, toma de medicación y los hábitos higiénico-dietéticos. Se entrega al paciente un informe de enfermería con los cuidados que deberá tener en cuenta en su domicilio así como con la fecha de retirada de grapas de la herida quirúrgica, insistiendo en los signos de alarma. Al mismo tiempo el médico responsable le hará entrega de la receta y calendario de revisiones.

1.2.3 Seguimiento por consultas externa

Posterior al trasplante, el paciente es sometido a un seguimiento evolutivo mediante consultas externas o denominadas también consultas evolutivas. Aunque las frecuencias de las mismas pueden ser modificable, generalmente los primeros tres meses se realiza una por semana, del tercer mes al sexto son quincenalmente, a partir del sexto hasta completar el primer año de operado se realizan de forma mensual y a partir de ese momento las consultas son cada dos meses de por vida. En estas consultas se le realizan análisis y estudios al paciente para chequear su estado y se le regula la medicación según sus necesidades.

A consultas de este tipo también tiene que asistir el donante, que desde el momento que dona el órgano pasa a ser paciente de nefrología al igual que el receptor.

1.3 *Procesos y actividades en el área de nefrología*

Al servicio de trasplante renal en el hospital "Arnaldo Milián Castro" el enfermo puede llegar remitido desde atención primaria o del propio hospital por diferentes vías: consulta de progresión, unidad de hemodiálisis ambulatoria, sala de nefrología u otras salas. Al recepcionar al paciente se le recolectan los datos generales y se le realizan análisis complementarios. Posteriormente se le pueden asignar donantes potenciales, estos no son catalogados como pacientes de nefrología, a ellos se les recoge sus datos generales y son sometidos a un protocolo de compatibilidad. Todo donante potencial tiene que ser de 1ra línea de consanguinidad respecto al receptor, de ellos es elegido el óptimo para donante vivo. Este donante vivo sí será tratado como paciente del área. Del trasplante interesa el procesamiento de los datos de ambas operaciones, tanto del receptor como del donante vivo. Posteriormente ambos pacientes son sometidos a consultas de evolución con una frecuencia definida según su desarrollo. El trasplante también se puede realizar asociado a un donante con muerte encefálica y el procedimiento es muy similar en cuanto a la operación del receptor, pero difiere de la información a recopilar respecto a la extracción del órgano del donante.

1.3.1 Insuficiencia renal crónica terminal

La insuficiencia renal crónica terminal es el desenlace o etapa final, común a múltiples enfermedades que afectan al riñón. Es una insuficiencia total o casi total en el funcionamiento del riñón para excretar los desechos, concentrar la orina y regular la

electrólisis. También se conoce como enfermedad renal en etapa terminal y se presenta cuando los riñones ya no pueden funcionar al nivel necesario para la vida diaria, es decir que la insuficiencia renal crónica progresa a tal punto en que la función de los riñones es menos del 10% de su capacidad normal.

En este momento, la función del riñón es tan baja que, sin la diálisis o el trasplante de riñón, las complicaciones son múltiples y graves. La muerte ocurre por la acumulación de líquidos y productos de desecho en el organismo.

1.3.2 Consulta renal crónica avanzada o consulta de progresión

En el hospital universitario "Arnaldo Milián Castro" los pacientes de enfermedad renal crónica son atendidos en consulta multidisciplinaria dirigida por un nefrólogo y donde pueden participar: nutriólogo, psicólogo, rehabilitador, trabajador social y cirujano. A esta consulta denominada consulta renal crónica avanzada o consulta de progresión, los pacientes pueden llegar remitidos desde atención primaria por consulta de nefrología de su área de salud, un especialista en medicina interna, el médico de familia o del propio hospital desde el cuerpo de guardia, la sala de nefrología u otras salas.

Al arribar a consulta por primera vez, el paciente que puede llegar estadiado o no, se le crea una historia clínica de consulta de progresión, se le recogen sus datos generales, es sometido a un minucioso examen físico y le son orientados análisis complementarios. Con el resultado de los niveles de creatinina, el peso y edad del paciente es calculado el filtrado glomerular teórico que determina o corrobora el estadio de este y le permite decidir al especialista dónde se debe atender verdaderamente.

Los posibles estadios de un paciente pueden ser: estadio I, II, III, IV ó V, cuando presenta alguno de los dos primeros es reorientado a su área de salud para ser atendido en la consulta de nefrología de la misma, si es calculado en III ó IV es atendido en consulta de progresión y cuando se encuentra en estadio V es que la enfermedad se halla en estado terminal y el paciente es remitido a métodos sustitutivos de la función renal: diálisis peritoneal, hemodiálisis o trasplante renal.

Después que se confirma que el paciente va a ser atendido en consulta es citado para asistir a la misma periódicamente según sea su desarrollo. En cada consulta el nefrólogo junto con su grupo multidisciplinario valorara los resultados de los análisis orientados en el encuentro anterior, después se le realiza un examen físico teniendo en cuenta los

resultados anteriores. Posteriormente, el nefrólogo diagnostica al paciente, orienta el tratamiento a seguir, decide si insertarlo en la lista de espera para trasplante o si su estado es tan deplorable que debe encontrarse en la lista de prioridad. Se le orienta la vacunación correspondiente, aunque esta se realiza en el área de salud del paciente, el especialista llena la propuesta del programa donde refleja según su valoración cuál es la posible salida de consulta del paciente. Finalmente, le son orientados los análisis a realizar para la próxima consulta.

1.3.3 Hemodiálisis

Como se había mencionado anteriormente existen diferentes métodos sustitutivos de la función renal, entre ellos podemos encontrar la hemodiálisis.

El principio básico de la hemodiálisis es la sustitución de algunas de las funciones excretoras y de regulación del medio interno efectuadas normalmente en el riñón humano, por un dispositivo denominado dializador, dispuesto en un circuito extracorpóreo por el cual se hace circular la sangre del paciente. La sangre pasa por el interior del haz de tubos capilares que compone el dializador. La pared de estos capilares es una membrana semipermeable a través de cuyos poros microscópicos sólo pueden pasar los compuestos químicos tóxicos de menor dimensión molecular, mientras que los componentes orgánicos de la sangre se mantienen en ésta. Por el espacio entre la superficie de los capilares y la pared exterior del dializador se hace pasar a contraflujo y más baja presión una solución denominada dializado, que aporta elementos necesarios al enfermo, mantiene el balance osmolar y eléctrico de la sangre y arrastra en su flujo algunas de las sustancias tóxicas que se extraen de la sangre a través de la membrana semipermeable. Ello se logra básicamente a través de mecanismos de transferencia de masa o solutos (difusivos, convectivos o por absorción) y de la ultrafiltración. Esta máquina está dotada de las señales de alarma luminosas y sonoras y las protecciones automáticas de seguridad necesarias para evitar que los parámetros de trabajo puedan sobrepasar sus límites seguros.

Este proceso no puede, sin embargo, realizarse de forma continua, como ocurre en el riñón humano. En el caso de la unidad de hemodiálisis objeto de estudio, los pacientes se someten a esta desintoxicación sanguínea tres veces a la semana durante 4 - 5 horas en un régimen de hemodiálisis convencional. En dicho tiempo se produce, por tanto,

una reducción acentuada de las concentraciones de tóxicos que se fueron acumulando durante los días transcurridos desde la hemodiálisis anterior.

Este tratamiento, que mantiene con vida a los pacientes con insuficiencia renal crónica terminal, es el paradigma de una tecnología "intermedia", ya que la enfermedad "per se" no puede ser curada, y a la luz de los conocimientos actuales muy difícilmente prevenida. Tan sólo es posible mitigarla mediante la realización del tratamiento sustitutivo e iterado de hemodiálisis durante muchos años o, en el mejor de los casos, mediante la realización del trasplante renal para los pacientes que tengan indicación o posibilidades de acceder al mismo, cuando resulta exitoso.

Los cambios de las condiciones financieras, motivados por el incremento de los casos atendidos en diálisis y de los costos asociados a ella, han elevado la comprensión de la comunidad nefrológica sobre el hecho de que la necesaria optimización de los recursos pasa por establecer un Sistema Integral de Aseguramiento de la Calidad. Ello parte de la detección temprana de las enfermedades renales, su tratamiento oportuno y eficaz para evitar su avance hacia la insuficiencia renal crónica y la progresión de la misma hasta el fallo renal terminal que lleva a la necesidad del tratamiento sustitutivo por diálisis o trasplante renal. En este último nivel de atención terciaria existen importantes reservas para mejorar la calidad de vida de los enfermos y se impone dentro del quehacer asistencial contar con los conocimientos teórico y prácticos para alcanzarla.

Los resultados alcanzados hasta la fecha por el servicio de hemodiálisis ambulatoria del hospital universitario "Arnaldo Milián Castro" pueden considerarse adecuados, a pesar de los recursos materiales limitados con que opera la unidad. Sus indicadores principales se sitúan en valores similares a los que se logran en países desarrollados que tienen una situación mucho más favorable. Así, en materia de mortalidad bruta, este centro se ha mantenido durante los últimos 3 años en un valor de alrededor de 20% de pacientes fallecidos por año, aún contando los que comenzaron su tratamiento en la unidad seriamente comprometidos por otras afecciones y que no sobrepasaron los primeros meses. Esta cifra para países desarrollados es de $10 \pm 2\%$ anual. Para países con excelentes resultados en este campo como Japón el indicador es de 5% y para los Estados Unidos de 18%. Respecto al número promedio de años de sobrevida de los pacientes, este centro alcanza la cifra de 6, que coincide con la media internacional.

Otro hecho que indica la importancia de la hemodiálisis para la salud de nuestro pueblo es el aumento sostenido del número de pacientes que requiere iniciar este tratamiento anualmente. En Cuba aparecen cada año 80 nuevos casos por millón de habitantes, cifra que es reflejo de un fenómeno que tiene lugar actualmente en el mundo desarrollado. Por ejemplo, en los países desarrollados de Europa la cifra anual de nuevos casos se eleva a 150 por millón de habitantes y en Estados Unidos y Japón es del orden de 300.

El servicio de hemodiálisis ambulatoria del hospital cuenta con un personal integrado por nefrólogos, enfermeras, psicólogos, rehabilitadores, dietistas, trabajador social y auxiliares. A este, un paciente puede llegar remitido del propio hospital desde cuerpo de guardia, consulta de progresión u otros servicios, de los que puede llegar preparado o no. La preparación del paciente es determinada por su estado de vacunación, si tiene realizada la fístula arteria venosa y el chequeo pretrasplante. Si el paciente se encontraba hospitalizado la coordinación para entrar al servicio de hemodiálisis ambulatorio se realizará entre el responsable de la sala donde se encontraba y el jefe de servicio de hemodiálisis, donde el primero, tendrá que entregar un resumen de historia clínica de la hospitalización. Luego la secretaria del servicio incluirá al paciente en el registro, puntualizará su dirección y teléfonos de ubicación.

El médico tiene que realizar un resumen de historia clínica del paciente, incluir tiempo en hemodiálisis, vía de ingreso del paciente, estado de la vacunación contra el VHB. Si tiene realizado el acceso vascular, recoger los datos del mismo; realizar los análisis de HIV, AgsHB y VHC, además de valorar el estado de TGP y TGO. El enfermo será sometido a un examen físico inicial y una evaluación. Luego se le conforma la historia clínica del servicio de hemodiálisis ambulatoria donde se refleja el programa en el que será incluido el paciente y un resumen problémico de este, se le indicará las investigaciones médicas según la clínica del enfermo por prioridades. Posteriormente se le asigna la frecuencia de hemodiálisis, el turno, el salón, y el riñón artificial en el cual recibirá el tratamiento.

Como parte del protocolo le es informado tanto al enfermo como a los familiares el reglamento interno y la prohibición de entrar al servicio durante la hemodiálisis. Se expide el certificado médico para garantizar la transportación al instituto. Se realiza una presentación del paciente con la jefa de las enfermeras y las enfermeras del salón. La jefa del team de enfermería auxiliará al médico en esta consulta inicial

El servicio de hemodiálisis ambulatoria cuenta con el tratamiento de hemodiálisis en sí y una consulta que se realiza mensualmente.

La unidad de tratamiento de hemodiálisis cuenta con una capacidad máxima variable de máquinas de hemodiálisis, que trabajan alrededor de 14 horas diarias de lunes a sábado. Cada generador de hemodiálisis o riñón artificial asume el máximo de 6 enfermos. Los pacientes se dializan tres veces por semana en dos tipos de frecuencia, lunes, miércoles y viernes, o martes, jueves y sábado. Cada día se dializan 3 grupos de pacientes durante aproximadamente 4 horas, lo que totaliza la cifra de pacientes como capacidad total de la unidad.

Al recepcionar al paciente en el salón donde le corresponde hemodializarse, la enfermera solicitará de ser necesaria la presencia del médico. Debe tomar el peso del paciente, su pulso y temperatura, además de medir la tensión arterial, de pie y sentado y calcular la presión transmembra para llevar al enfermo a su peso seco, todos estos datos serán reflejados de inmediato en el modelo de control individual de la hemodiálisis.

Antes de comenzar la hemodiálisis se deben realizar una serie de procedimientos técnicos. Primeramente se efectúa la manipulación sobre la vía de acceso, inmediatamente después de canalizar la fístula arteria venosa o a través del catéter venoso profundo se realiza anticoagulación no menos de 5 min antes de la conexión, luego se conecta la línea arterial al acceso vascular del paciente, evitando toda entrada de aire y se hace penetrar la sangre con flujo sanguíneo 100ml/min hasta el llenado completo de la línea venosa tratando de evitar pérdidas hemáticas. Se conecta la línea venosa en la aguja de retorno al paciente, se controla que estén funcionando todos los monitores, controles y alarmas de seguridad. Durante este proceso se debe velar por cumplir los parámetros del régimen de diálisis orientado, en especial el flujo sanguíneo, se debe evitar en especial que la línea venosa durante el lavado del dializador o el llenado con sangre se ponga en contacto con superficies o líquidos no estériles.

Durante la hemodiálisis se le debe tomar al enfermo la tensión arterial cada 1 hora o en períodos menores de acuerdo a las necesidades individuales del paciente, o según indicaciones del médico. El personal médico debe estar vigilante y actuar ante cualquier complicación técnica intradialítica, efectuar los tratamientos orientados por el médico. No se debe vulnerar ninguna medida de seguridad en el trabajo del riñón artificial, por

lo que se debe vigilar de modo especial, y trabajar con extrema precaución ante cualquier emergencia que impida el empleo de las alarmas del equipo, en caso de detectar cualquier anomalía al equipo avisar a los técnicos de electromedicina. Si se observa heparinización continua parar la bomba de heparina ½ hora antes del fin de la hemodiálisis, o al indicarlo el médico. Durante la hemodiálisis, si existiese episodio febril y/o de escalofríos se debe realizar de inmediato hemocultivo; en el modelo de control, anotar todas las incidencias en el momento de ocurrir.

Al finalizar, se le debe medir de nuevo al paciente la tensión arterial, se para la bomba de sangre, se pinza la línea arterial antes de desconectar al enfermo, y se conecta el frasco de solución salina estéril. Luego se pasa la cantidad de solución estéril necesaria y suficiente para limpiar al máximo posible de sangre el dializador y las ramas devolviéndola al paciente por esta vía, para facilitar esto debe pinzarse y despinzarse rápida y repetidamente la rama venosa. Posteriormente, pinzar la línea venosa y desconectarla del paciente, se pasa solución estéril por la aguja de fístula del enfermo para devolver la sangre y pasarle al dializador que será rehusado, 2 litros de agua tratada. Vaciar las líneas y el dializador y cebar con hipoclorito de sodio al 1% por 10 litros, limpiar las líneas con agua tratada para proceder a su formolización y retirar las agujas del paciente o hacer la desconexión de las ramas del catéter. Los sitios de punción de la piel son puertas de entrada a los microorganismos por lo que hay que prestar atención en cubrirlos con gasa o tela estéril. Finalmente se le mide de nuevo al enfermo la tensión arterial de pie y sentado, se le toma el peso y se anota todo lo anterior en el modelo de la hemodiálisis, individual. Como parte del protocolo se limpia el riñón mecánicamente entre paciente y paciente con alcohol 42°, se debe supervisar la limpieza del sillón con agua jabonosa a su posterior desinfección con hipoclorito de sodio al 0.5% por el personal de servicio y desinfección entre paciente y paciente y al final del día de trabajo.

Los pacientes que asisten a hemodiálisis, tienen que asistir a una consulta mensual en la que se les realiza análisis, algunos de manera mensual como son la hemoglobina, creatinina, colesterol, glicemia; otros trimestrales como leucograma, urea; semestrales y hasta llegar a los que tiene una frecuencia anual como son Rx de tórax, ecocardiograma, etc. Estas consultas son de gran importancia para tener controlado el estado del paciente, ya que los enfermos de enfermedad renal crónica avanzada están propensos a

múltiples infecciones como son el VIH o AgsHB y padecimientos como malnutrición y anemia.

A todos los pacientes con insuficiencia renal crónica se le aplicará la vacuna contra AgHBs a través de su médico de familia o en el servicio de nefrología del hospital si hubiera condiciones, pero en la etapa de hemodiálisis, la vacunación se realiza en la misma unidad, ya en esta etapa, se aplicará en dosis dobles. Si al ingresar al servicio el paciente no tenía iniciada la vacunación se inicia la misma según lo indicado para la etapa de diálisis en mayores y menores de edad. Si el enfermo demuestra que tenía iniciada la vacunación, pero incompleta, se continúa según lo convenido. Si tenía la vacunación completa: recibirá una dosis doble de refuerzo y luego las reactivaciones anuales según el esquema para la etapa de diálisis. Si el paciente es positivo a HVC se procederá según el esquema de vacunación para la etapa de diálisis, pero si el paciente es positivo al AgHBs con anterioridad, no se iniciará esquema de vacunación contra la enfermedad. En los casos en que se pueda aplicar la vacunación se empleará una dosis de refuerzo al inicio en diálisis y anualmente en hemodiálisis. Las dosis de vacunas y las fechas de aplicación serán reflejadas en la carátula de la microhistoria del paciente en el centro de diálisis, en la tarjeta de vacunación que se entrega al paciente y en la tarjeta de vacunación en el centro, de estas tareas es responsable el jefe médico del centro de diálisis y tienen gran importancia, para que el estado de inmunización de los pacientes sea de manejo médico y se cumpla el esquema previsto. Si el paciente es remitido a otro centro de diálisis, se reflejará el estado de la vacunación en el resumen de la historia clínica de la remisión y la positividad a los marcadores virales de la hepatitis B o C en el resumen de la historia clínica de la remisión. El jefe médico del centro de diálisis debe informar mensualmente al Comité de Prevención y Control de las Infecciones Intrahospitalaria, el estado de la vacunación de los pacientes de diálisis y sus trabajadores.

Los pacientes pueden salir el servicio de hemodiálisis para pasar al proceso de trasplante renal, salir del programa por abandono voluntario, pero la vía fundamental de salida de pacientes de la unidad es la muerte, en este caso se expira un documento denominado discusión del fallecido, que recopila los datos más importantes del caso.

1.3.4 Trasplante renal

Otro método sustitutivo es el trasplante renal, el primero de este tipo fue realizado por un equipo de cirujanos en la ciudad de Boston en diciembre de 1954, se realizó entre dos gemelos idénticos. Con el paso de los años se ha convertido en un procedimiento médico muy común y de igual forma ha mejorado la calidad de vida de los pacientes trasplantados, sobre todo después del descubrimiento de la ciclosporina, medicamento que disminuye el riesgo de que el riñón trasplantado sea rechazado por el paciente. Hoy en día la supervivencia de un paciente que ha recibido trasplante renal con un riñón cadavérico es 87.3% y si es de un donante vivo ésta aumenta a 91.6%.

Una buena referencia para conocer los resultados a largo plazo de trasplante renal lo constituye el informe periódico de la red de trasplantes de Estados Unidos (UNOS). En un informe reciente que incluyó a más de 80.000 pacientes trasplantados la sobrevida global del injerto a 1 y 5 años fue de 81 y 59% para receptores de donante cadavérico y 91 y 75%, respectivamente, para receptores de donante vivo. En el caso de la sobrevida de los pacientes, ésta es mayor en los receptores de donante vivo de 97 y 90% a 1 y 5 años, comparada con 93 y 80%, respectivamente, para receptores de donante cadavérico.

De acuerdo a los resultados de UNOS la predicción de sobrevida de injertos a 10 años es de 79% para trasplantes entre hermanos gemelos (HLA idéntico o dos haplotipos), 52% para trasplantes donante vivo padres a hijo (HLA un haplotipo) y 44% para donantes cadavéricos(Troncoso, 2003).

Este tipo de trasplante, pionero en el mundo, comenzó a realizarse en Cuba el 24 de febrero de 1970, en el Instituto de Nefrología, La Habana. Hasta finales de la década del 70 todos los trasplantes efectuados se realizaron con donante cadáver y en 1979 se comenzó a emplear el donante vivo emparentado y compatible; no obstante, se ha mantenido históricamente en todos estos años más del 90 % de estos con donante cadáver. Para mantener este número importante de trasplantes ha sido necesario desarrollar un grupo multidisciplinario que atiende al donante cadáver en muerte encefálica, lo que se realiza en múltiples hospitales del país.

El trasplante renal permite que muchos pacientes puedan salir de las listas de espera, ya que la insuficiencia renal crónica es catalogada internacionalmente como una epidemia

y considerada también una enfermedad catastrófica. Este no sólo es mejor en el orden biológico, sino que también económicamente es más rentable, si comparamos por ejemplo que mantener en los Estados Unidos un paciente con diálisis peritoneal o hemodiálisis cuesta alrededor de 47 000 dólares al año mientras que el trasplante es sólo 17 000 el primer año, luego se abarata más por recibir menos drogas.

1.4 Protocolo de trasplante renal donador vivo relacionado

Todo paciente con el diagnóstico de insuficiencia renal crónica terminal en estadio predialítico (de preferencia), o una vez en método depurador, será valorado en una consulta de nefrología(en su área de atención) en la cual se les explicarán todas las opciones de tratamiento de la insuficiencia renal crónica terminal incluida el trasplante renal de donador vivo relacionado, si es favorable la respuesta, se enviarán al receptor y a los posibles donadores a la consulta multidisciplinaria (nefrólogo, cirujano y urólogo), la cual se realizará en el hospital universitario "Arnaldo Milián Castro" de Villa Clara (Hernández et al., 2003).

Esta consulta multidisciplinaria permitirá la evaluación del potencial donador y el receptor en conjunto, por el mismo equipo multidisciplinario.

1.4.1 Potencial donador

Primera consulta: Se dará al paciente y familiares una amplia explicación del programa, de mantener el gesto altruista de donar un órgano (riñón), se procederá a recoger algunos datos generales a los posibles donantes e indicar grupo sanguíneo, al obtener este resultado a todos los posibles donadores con compatibilidad de grupo, idénticos o no idénticos se le realizarán pruebas cruzadas, con estos resultados se determinará el mejor candidato para donar y se le comenzará el protocolo de estudio. Para comenzar este protocolo se le ofrecerá un consentimiento informado, donde se explican la incondicionalidad de la donación, estudios y riesgos a que estará expuesto y la posibilidad de abandonar el estudio en cualquier momento.

Los límites de edades aceptadas para los donadores vivos son: mayor de 18 años y menor de 55 años. La relación familiar solo será aceptada en su primera línea de consanguinidad: padres, hijos o hermanos.

Existen una serie de contraindicaciones absolutas para ser donador de órganos entre las que se encuentran: VIH, hepatitis B y C, enfermedad de Alpor, hipertensión arterial, diabetes mellitus, complejo de la nefroptosis, psicopatías y otras enfermedades sistémicas con posible repercusión en la función renal. En cambio, existen otras que aún así se puede valorar la donación, como son: enfermedad poliquística y si el paciente posee carga genética para diabetes mellitus.

En la primera consulta se realizará una historia clínica y examen físico minucioso, se indicarán los primeros complementarios, de forma sucesiva en las demás consultas se concluirá el protocolo, siempre de los estudios menos invasivos a los más invasivos. Una vez realizados todos los estudios se presentará el caso en el comité de trasplante para decidir la conducta.

Siempre se decide tomar el riñón con menos función según los estudios gammagráficos. De existir un riñón con doble arteria y la función renal no tener diferencia significativa se tomará el contralateral. Si ambos riñones presentan función sin diferencia significativa y arteria renal única se tomará de preferencia el riñón izquierdo.

1.4.2 Manejo del donador

El ingreso del donador se realizará el día antes al trasplante (de preferencia la cirugía martes o miércoles) en la sala de trasplante. Colocar catéter venoso profundo el día previo a la cirugía, Rx de tórax de control, comenzar con hidratación, de 30 a 35 cc por Kg, rasurar zona operatoria, dieta blanda y líquida en la noche, ayunas a partir de las 10 y enema evacuante después de esa hora.

El día de la cirugía se debe realizar un baño higiénico con énfasis en la zona quirúrgica. En el salón de operaciones se le suministra anestesia general endotraqueal, se le coloca una sonda uretral con bolsa recolectora estéril y se ubica en posición de lumbotomía. Se le proporciona antibioprofilaxis con cefazolina 1gr por 3 días e incisión de lumbotomía con resección de la 12 ó 11 costilla. Se realiza la apertura por planos, con hemostasia exhaustiva, disección del riñón, evitando trauma del órgano y traumatismo de las estructuras vasculares. Se efectúa la nefrectomía, durante esta, la PVC debe mantenerse entre 12-15cm de H₂O y la diuresis igual o mayor a 2cc/Kg/hora, luego se ejecuta la sutura vascular de arteria y vena, con prolene 5-0. A continuación se realiza la revisión

de la hemostasia, el drenaje, el cierre en 3 planos y la sutura de piel de preferencia con sutura subdérmica.

En la etapa postoperatoria se debe prevenir el dolor y medir la diuresis regularmente. El primer día postoperatorio es conveniente retirar la sonda vesical y realizar los exámenes de laboratorios, hemograma y creatinina.

1.4.3 Cirugía de banco

El riñón extraído se coloca en una bandeja estéril con hielo y solución estéril a 4°C, se perfunde el órgano con 1000cc de collins o eurocollins, se procede a la revisión quirúrgica y la preparación de la arteria y vena renal. Se mantiene el riñón en esta solución cubierto de una compresa y paño estéril, finalmente se pasa al salón contiguo.

1.4.4 Receptor de trasplante renal con donador vivo relacionado

En este protocolo se incluirán los pacientes entre 15 y 55 años de edad. Para ser receptor no puede estar infectado por VIH o hepatitis B; tener insuficiencia renal crónica con esclerosis focal o con glomerulonefritis membrana proliferativa; amiloidosis o neoplasias. Los enfermos con diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, hepatopatías crónicas avanzadas, hepatitis C o que presenten anomalía de vías urinarias serán valorados.

1.4.5 Manejo del receptor

El ingreso del paciente se realiza un día antes de la cirugía en la sala de trasplante. Si el enfermo se encuentra en métodos depuradores se le realiza ese mismo día una sesión de diálisis. Se le coloca catéter venoso central y se le realiza Rx de tórax de control. Se le hidrata a 500cc en 24 horas, se le rasura el abdomen y se le realiza un enema evacuante a las 10:00pm, después de esto debe estar en ayunas. Desde este día debe comenzar la inmunosupresión.

Horas antes de la cirugía se le efectúa un lavado de la pared abdominal y se le suministra ciclosporina 8mg/kg/día repartida en 2 dosis, en recipiente de cristal con jugo o refresco y alejado 1 ó 2 horas de las comidas. Si es necesario administrar ciclosporina endovenosa se hará al tercio de la dosis vía oral, presentación en ampula de 50mg en 1ml y se administra diluida en 2 horas, repartida en 2 dosis. También se le proporciona esteroides (metilprednisolona) 15mg por Kg de peso, la mitad de la dosis al concluir la

sutura venosa y la otra dosis a las 12 horas, aplicar otra dosis completa al 3er y 7mo día postrasplante, además de azatioprina 2.5mg/Kg/día, vía oral, sin sobrepasar los 150mg diarios.

En el acto transoperatorio se le aplica al paciente anestesia general endotraqueal, se coloca la sonda uretral y bolsa recolectora estéril con técnica antiséptica, se debe utilizar con preferencia la fosa iliaca derecha. Se realiza incisión de Starlz con ligadura del ligamento redondo en la mujer y conservación del cordón espermático en el hombre, disección de la arteria y vena ilíaca externa derecha. Se efectúa las anastomosis vasculares con sutura continua monofilamentosa 5.0, primero la vena y después la arteria si es menor de 20 años, se realiza a una de las paredes de la arteria a puntos separados. Al descamplar la vena PVC superior a 12 cm. de H2O. Al concluir la sutura venosa se administraran metilprednisolona 15mg/kg//día, fraccionada en 2 dosis, la inicial al descamplar y la segunda a las 12 horas, al finalizar las suturas vasculares manitol y la reimplantación ureteral 50mg de furosemida. Se coloca el drenaje aspirativo, se cierra la herida quirúrgica por planos y se sutura la piel a sutura subdérmica.

1.4.6 Postoperatorio inmediato

Los cuidados postoperatorios inmediatos se realizaran en la unidad de terapia intensiva. Se hidrata al paciente según esquema de hidratación de las primeras 72 horas. Se le administra 100ml de dextrosa con furosemida al 5%, 5 ámpulas para 12 horas. La profilaxis de la candidiasis del tubo digestivo debe comenzarse tan pronto el enfermo lo permita con anfotericin B (diluir un bulbo en 5ml de dextrosa al 5%) tomar 1ml y verterlo en 1000 ml de dextrosa al 5%, hacer colutorios cada 4 horas y deglutir. También efectuar colutorios de bicarbonato de sodio y nistatina cada 6 horas a deglutir y realizar aerosol terapia con bicarbonato cada 6 horas e insuflar guantes. Las primeras 48 horas se llevará BHM horario según el ritmo de la diuresis, el que se plasmará en el modelo. Se monitorizan cada 6 horas durante las primeras 24 horas: Hb, Hto, glicemia, ionograma, gasometría. Se realiza creatinina diaria, Rx de tórax y el urocultivo a las 48 horas.

1.4.7 Inmunosupresión

El paciente receptor es sometido una serie de terapias inmunosupresora, que le permiten disminuir el agresivo rechazar de su organismo al órgano trasplantado, para ello es sometido a una tripe terapia y a una cuádruple terapia secuencial.

La triple terapia es suministrándole ciclosporina A, esteroides, azatioprina. La ciclosporina ya se describió anteriormente cómo se indicaba, las esteroides (metilprednisolona), prednisona 1mg/Kg/día en T1 hasta el T5,(los días 3ero y 7mo no se administra) donde se comienza a disminuir 0.05mg/día hasta alcanzar la dosis de 0.25mg/kg/día y la azatiopirna a 2.5mg/Kg/día, no pasando los 150mg.

La cuádruple terapia secuencial es con IOR-T3, CyA, esteroides y azatioprina. El IOR-T3 se indica según la normativa para su uso, la CyA se introduce al 12mo día a 8mg/kg/día y el esteoirdes y la azatioprina igual que en la triple terapia.

1.4.8 Fase de mantenimiento

Posteriormente a la operación el paciente es sometido a un seguimiento que dependerá de su desarrollo y evolución. La dosis a mantener de CyA dependerá del tiempo del trasplante y los niveles en sangre, en el primer año de 150-250 ng/ml y después de 100-150 ng/ml; la prednisona será suministrada a 0.25 mg/kg/día y la azatioprina a 2mg/kg/día.

CAPITULO II. "Modelo de procesos de negocio como base para el modelado de las reglas de negocio"

2.1 Las reglas de negocio, definición y clasificación

Las reglas del negocio reciben especial atención tanto desde el punto de vista académico como desde el punto de vista de la industria, pero no se tiene una definición aceptada y común. Muchos autores tratan de clarificar y condicionar la definición del concepto de reglas del negocio. A continuación se muestran algunas de estas definiciones:

Las reglas de negocio (reglas del negocio) pueden ser usadas como un instrumento para desarrollar aplicaciones flexibles y bases de datos modificables con facilidad. (Bajec and Marjan, 2006, Bajec, 2000, Barne and Kelly, 1997, Date, 2000, Youdeowei, 1997). De esta forma se puede decir que las reglas del negocio no son más que declaraciones de políticas o condiciones que deben ser satisfechas.

Una reglas del negocio es una sentencia que restringe o define algunos aspectos del negocio, esto trata de asegurar la estructura del negocio o de controlar o influir en el comportamiento del negocio (Aekaterinidis and Triantafillou).

Una regla del negocio es una sentencia explícita que estipula una condición que debe existir en el ambiente de información del negocio para extraer la información desde su propio ambiente siendo consistente con las políticas del negocio (Amir et al.).

Una reglas del negocio es una regla que contiene algunos casos los cuales impactan el negocio y la interpretación de las reglas puede tener un impacto cualitativo del sistema de información para el futuro (Amza et al.).

Las reglas del negocio responden a necesidades de aplicaciones, estos modelos reaccionan a eventos, los cuales ocurren en el mundo real con un lado tangible de efecto sobre el contenido de la base de datos, así encapsula el comportamiento reactivo de las aplicaciones ante cada evento (Bellatreche et al.).

Las reglas del negocio son requerimientos que se obtienen desde los objetivos de negocio de una empresa (Awerbuch et al.).

Las reglas del negocio representan la fuente para determinar los requerimientos en los inicios del diseño del sistema de información y sirven como elemento fundamental a

través del cual el sistema de información se puede adaptar dentro del ambiente del negocio, por lo que se puede afirmar que las reglas del negocio actúan como componentes claves en el ciclo de vida del sistema de información (Bajec and Marjan, 2006, Do Prado Leite et al., 1998, Rosca et al., 1997, Dobson, 1992.).

Otra forma de definir las reglas del negocio es considerándolas restricciones que definen las condiciones sobre las cuales un proceso es llevado a cabo o las nuevas condiciones que deben existir después que un proceso culmine, conformando así una colección de políticas y restricciones de negocio en una organización.

Para las personas de negocio las reglas del negocio son directivas que son tendentes a influenciar o guiar el comportamiento del negocio. Los desarrolladores, por otro lado, tienden a ver las reglas del negocio como lugares atómicos de la lógica del programa que son de la forma "IF THEN" generalmente. Por esta razón muchas veces estas reglas son llamadas "lógica del negocio" y son aquellas que no surgen desde políticas del negocio.

Las reglas del negocio deben definirse y mantenerse de manera independiente de los modelos y los procesos con los que la empresa funciona. No significa esto que no tengan conexión con los procesos, mas bien todo lo contrario, mantienen una relación íntima y constante. Sin embargo, su existencia y personalidad se deriva de la propia concepción de la empresa como ente económico-social y su misión es definir de manera granular sus políticas y modos operativos. Resulta importante destacar que las reglas del negocio no están supeditadas a las definiciones o modelizaciones de los procesos ni a los cambios de éstos.

2.1.1 Definiciones básicas asociadas a reglas de negocio

Las reglas del negocio están compuestas por términos, hechos, restricciones y derivaciones. Los términos son los elementos básicos de las reglas, es una palabra o frase que tienen un significado específico para el negocio y deben estar registrados en el vocabulario. Los términos son de dos tipos: términos comunes y términos de negocio, los cuales son usados en la construcción de sentencias. Los términos comunes son palabras usadas diariamente como parte del vocabulario básico. Los términos de negocio deben usarse en al menos un contexto. La diferencia entre un término común y un término de negocio es el primero debe definirse explícitamente por lo que se refiere a

uno o más hechos, mientras que el común es generalmente entendido y no necesita definirse. Un hecho afirma una asociación entre dos o más términos, se expresa como uno o varios textos ordenados, un texto ordenado está compuesto por frases, estas son una secuencia usada de roles de objetos. Las restricciones son las acciones que no se pueden hacer en el negocio y las derivaciones son el resultado que se obtiene luego de ciertas acciones o eventos.

2.1.2 Clasificación de reglas de negocio

Las reglas del negocio deben ser referentes solamente a las condiciones que deben ser aplicadas en un estado definido. Según la bibliografía revisada, pueden ser clasificadas de acuerdo a diferentes criterios, cada uno de ellos se detallan a continuación (Youdeowei, 1997, Ceri, 1997, Ross, 1997, Hay, 1997, Herbst, 1995, Date, 2000, Struck, 1999, Martin and Odell, 1998, Gottesdiener, 1997, Moriarty, 2000).

Clasificación por el nivel de abstracción

A un nivel superior de abstracción las reglas del negocio pueden ser asociadas a diferentes criterios tales como: reducir riesgos de los negocios o minimizar su impacto, disminuir los costos de los servicios, hacer más eficiente el uso de los recursos de la empresa o controlar y administrar el flujo de trabajo.

A un nivel inferior las reglas son asociadas comúnmente con varios aspectos del negocio, tales como: consistencia de la información, entidades interrelacionadas, identificación de situaciones e integridad de los datos.

Clasificación de acuerdo a su semántica

Es posible clasificar las reglas del negocio (Goedertier and Vanthienen, 2006, Taveter, 2001) como: restricciones y deducciones o derivaciones, que son aquellas que definen la semántica de las fuentes de datos; y reacciones o procesos que definen la semántica de las fuentes de los procesos.

Clasificación por su relación con el sistema de información

Desde el punto de vista de los sistemas de información las reglas del negocio se clasifican como:

- reglas propias del negocio

- reglas propias del sistema de información
 - reglas rechazadoras
 - reglas productoras
 - reglas proyectoras

Clasificación por finalidad

Las reglas del negocio pueden también clasificarse de acuerdo a su finalidad:

- **Restricciones:** Este tipo de regla se diseña para prevenir violaciones. Puede definir qué datos deben ser provistos y restringidos a determinados valores y formas que ellos pueden tomar.

Muchas de estas reglas son muy detalladas y es usual que se definan como parte del modelo conceptual del negocio, diccionario de datos de los requerimientos o especificaciones del sistema o se brinda adjuntado a un prototipo.

- **Cálculo:** Una regla de cálculo es una regla que calcula un valor aritmético o un valor booleano (verdadero o falso) basado sobre una fórmula.
- **Acción:** Una regla de acción es una regla que ejecuta algún tipo de acción cuando un evento ocurre o una condición es satisfecha.
- **Activar / Desactivar:** Una regla de este tipo activa o desactiva un proceso o una regla cuando un evento ocurre o una condición es satisfecha.
- **Acción de ejecutar:** Una regla acción ejecutar, ejecuta un proceso cuando un evento ocurre o una condición es satisfecha.

Si el modelo de proceso de negocio está completo, entonces el evento que causa un proceso corre.

- **Acción de datos:** Una regla de acción de datos, modifica o elimina datos cuando un evento ocurre o una condición es satisfecha.
- **Presentación:** Una regla de acción presentación define la forma en la cual algo debe ser presentado a un trabajador del negocio.

Clasificación por el modelo de empresa

Desde el modelo de empresa las reglas del negocio pueden ser clasificadas de las siguientes formas (Goedertier and Vanthienen, 2006):

- reglas de derivación
- reglas de autorización
- reglas de validación de entrada
- casos de requerimientos de datos
- reglas de notificación

Clasificación por su accionabilidad

Las reglas que están bajo una jurisdicción pueden promulgarse, revisarse o discontinuarse cuando se desea. Tienen sentido de lineamiento, guía para la conducta o la acción, necesita ser accionable pero no todas las reglas son automatizables. Por esta razón es posible clasificarlas en dos grandes grupos, las reglas operativas y reglas estructurales.

Las reglas operativas son aquellas que pueden ser violadas por las personas, tiene sentido de obligación o prohibición, pueden ser preventivas. Su violación provoca consecuencias para el negocio, este tipo de reglas comparte conducta del negocio. Se dice que monitorean una serie de aspectos tales como: iteraciones, acuerdos a nivel de servicio y conformidad.

- Iteraciones

R1: Al paciente receptor en trasplante el día previo a la cirugía su hidratación es de 500cc en 24 horas.

R2: Al paciente receptor en trasplante en postoperatorio se chequea creatinina cada 24 horas.

R3: Al paciente en hemodiálisis se le chequea hemoglobina y creatinina mensualmente.

- Acuerdos a nivel de servicios

R1: El donador ingresa preferiblemente un día antes del planificado para la operación de trasplante.

R3: Una vez ingresado el donador se le debe:

- colocar catéter venoso profundo
- hacer Rx de tórax de control
- hidratación (30 a 35 cc x Kg de peso)
- rasurar zona operatoria
- dieta blanda y líquida, última comida antes de la operación
- ayuna a partir de las 10:00 pm
- enema evacuante a las 10:00 pm

R4: El donador, el día antes de la operación, debe realizar un baño higiénico con énfasis en la zona quirúrgica.

➤ Conformidad

R1: La cirugía se realiza preferiblemente los martes o miércoles en la sala de trasplante renal.

R2: En la reimplantación uretral se debe:

- realizar el llenado de la cavidad vesical con 200 cc solución salina yodada
- realizar reimplantación del uréter a vejiga y colocación de fécula uretral
- colocación de drenaje aspiratorio
- sutura de herida quirúrgica por planos
- sutura de piel a sutura subdémica

Las reglas estructurales, por otra parte, se necesitan para evaluar las reglas operativas, establecen como la empresa define su conocimiento básico, indican cuando algo es o no instancia de un concepto. Estas extraen el conocimiento de dos formas básicas:

1. **Cómputo:** proporcionan la lógica para efectuar cálculos, pueden involucrar varias reglas si son complejas.

2. **Toma de Decisiones:** son reglas de inferencia, pueden determinar resultados y puntos de decisión de un negocio, pueden ser:

- **Simples:** permite determinar si esta un cliente cumple determinadas condiciones.

R1: Un paciente puede ser receptor de trasplante de riñón con donador vivo relacionado si su edad esta entre 15 y 55 años

R2: Un paciente no puede se receptor de trasplante de riñón si tiene algunas de las contraindicaciones absolutas: VIH, hepatitis B o C.

- **Complejas:** permiten determinar cual es el mejor entre los candidatos disponibles.

R1: Si el donador potencial presenta alguna de estas contraindicaciones no puede donar órgano:

- VIH, hepatitis B o C, enfermedades de Alport, hipertensión arterial, diabetes mellitus, complejo de la nefroptosis, psicopatías, otras enfermedades sistémicas con posible repercusión en la función renal.

R2: Para la selección del órgano con donador vivo se tienen en cuenta las siguientes características:

- siempre se toma el riñón con menos función según estudios
- de existir un riñón con doble arteria y la función renal no tiene diferencia significativa (<5%) se tomará el contra lateral.

Si ambos riñones presentan función sin diferencias significativas (<5%) y arteria renal única se tomara de preferencia el riñón izquierdo.

2.2 *Las reglas de negocio en el ciclo de vida de los sistemas de información*

La adquisición de las reglas del negocio no es tarea fácil ya que muchas de las reglas son difíciles de identificar. En particular muchas reglas tienen una representación no explícita.

Dependiendo del contenido de su información las reglas del negocio pueden ser basadas sobre el conocimiento explícito o tácito. El conocimiento explícito es formalizado, conocimiento que es fácil de expresar en forma de principios, procedimientos, hechos, figuras, reglas, formulas, etc. Contrario a esto, el conocimiento tácito no es fácil de expresar y ver.

En el desarrollo del sistema de información la transformación de las reglas siempre aparecen en documentos, procedimientos, políticas, regulaciones, manual de usuarios, etc. Esto, sin embargo, no es siempre el caso. Muchas de las reglas que son usadas en regulaciones del negocio no tienen una representación formal. Ellas se basan en conocimiento tácito de forma individual y difícil de expresar. Son altamente personales y subjetivas, basadas en la experiencia, ideas, emociones e intuiciones.

Mientras una serie de trabajos tiene que realizarse para soportar la adquisición de las reglas del negocio (herramientas de soporte, maquetas, etc.) solo se presta atención a la captura de los enlaces relacionales entre las reglas. Esto es muy visible en la práctica donde las reglas son fundamentalmente capturadas sin tener en cuenta ninguna fuente que la motive. Esto hace que las reglas del negocio sean de muy difícil tratamiento.

Lo novedoso en esta área, es identificar posibilidades de capturar los enlaces relacionales de las reglas del negocio. El conocimiento y la experiencia desde el campo de administración del conocimiento deben ser muy valorados.

2.2.1 Ciclo de vida de las reglas del negocio

Un escenario que soporte administrar reglas del negocio en cualquier empresa incluye: modelar las reglas del negocio de la organización, extraer reglas del negocio inherentes desde el modelo de negocios, usar las reglas extraídas en la determinación de los requerimientos para un sistema de información y enlazar las reglas que son implementadas en un sistema de información para su representación en un modelo de negocio de una organización.

Se definen cinco actividades fundamentales que están relacionadas con las reglas del negocio, son ellas las siguientes (Goedertier and Vanthienen, 2006):

1. Descubrimiento de las reglas del negocio
2. Análisis de las reglas del negocio

3. Validación de conflictos y consistencia de las reglas del negocio
4. Modelación de las reglas del negocio
5. Implementación de las reglas del negocio
6. Identificación de las reglas operacionales, tácticas y estratégicas.
7. Mantenimiento de reglas del negocio

Las tareas que permiten el mantenimiento de las reglas del negocio en una organización y que son independientes del desarrollo del sistema de información son la identificación de las reglas operacionales, tácticas y estratégicas, y el manteniendo de las reglas de negocio.

Cada una de las actividades vistas antes se amplia a continuación:

1. Descubrimiento de las reglas del negocio:

El propósito del descubrimiento de las reglas del negocio es analizar la información acerca de la organización junto al sistema de información que comienza a ser diseñado y constituye la fuente de información para la derivación de negocios oscuros (Business Rumbling), este termino (Goedertier and Vanthienen, 2006, Herbst, 1995) representa una pieza no estructurada de información concerniente a aspectos específicos de un negocio. Un negocio oscuro (Business Rumbling) es altamente no estructurado, informal y puede ser ambiguo e inconsistente.

La documentación de la especificación de requisitos, que incluye información acerca de actividades que ocurren en el negocio, la naturaleza de los datos usados, la cultura de trabajo y la ética de la organización, los miembros claves de la organización, etc., resulta ser la entrada al descubrimiento de las reglas del negocio.

Los negocios oscuros (Business Rumbling) pueden también ser deducidos desde las personas del negocio, a través de técnicas tradicionales de especificación de requerimientos, tales como entrevistas, cuestionarios, observación del trabajo y monitoreo ad-hoc de los métodos de trabajo. Sin embargo, si la organización mantiene el modelo de negocio, entonces el conjunto inicial de reglas puede ser derivado directamente a partir de la información captada dentro del modelo.

2. Análisis de las reglas del negocio:

Los negocios oscuros (Business Rumbling) son escritos en lenguaje natural y pueden contener más de una regla de negocios simple. A través del análisis de las reglas del negocio, los negocios oscuros (Business Rumbling) son analizados y descompuestos en *sentencias de información discreta, atómica y precisa*, también llamadas reglas del negocio (Goedertier and Vanthienen, 2006).

El propósito de la descomposición de los negocios oscuros (Business Rumbling) en reglas del negocio incluye la clasificación de las reglas del negocio. Esta clasificación se basa en un esquema de clasificación de reglas predefinido. El propósito del esquema de clasificación es proporcionar estructuras dentro del cual las reglas del negocio puedan ser fijadas con respecto a la naturaleza de la información que ellas transmiten. Actualmente existen varias taxonomías capaces de clasificar las reglas del negocio (Goedertier and Vanthienen, 2006, Hamadi and Benatallah, 2003, Meredith and Bjorg, 2003, Bailey et al., 2005, Halpin, 2000b, Van Der Aalst et al., 2003, Keller et al., 1992, Microsoft, 2003)

3. Validación de conflictos y consistencia de las reglas del negocio:

La validación de la consistencia y los conflictos es una de las tareas más delicadas y consumidoras de tiempo en las investigaciones de reglas del negocio, tanto como la semántica de las reglas, especificada en el lenguaje natural, que resultan esenciales para comprender y desarrollar sistemas (Bajec and Marjan, 2006, Youdeowei, 1997). En las reglas del negocio cada palabra tiene que convenir un significado preciso.

En el descubrimiento de las reglas del negocio la organización es dividida en unidades manejables. No obstante, diferentes áreas de la organización tienen que responder al mismo tipo de eventos de negocio y tienen información similar, necesaria para completar estos eventos; ellas usualmente no comparten el mismo vocabulario, procedimientos y métodos para localizar los recursos para cumplir su misión (Bajec and Marjan, 2006, Moriarty, 2000). Es por esta razón que las reglas desde diferentes unidades muchas veces pueden ocasionar conflictos con otras y de esta manera ser inconsistentes.

La validación de conflictos y consistencia se hace inicialmente en el modelo de negocios, esto se repite cada vez que se adiciona una regla que se descubre en el desarrollo de un sistema de información particular.

4. Modelación de las reglas del negocio:

La actividad final del proceso de análisis del sistema es el desarrollo del modelo conceptual, el cual es entonces usado como fuente de información para detallar el diseño del sistema. En este escenario, la modelación conceptual está fuertemente relacionada con el proceso de adquisición de requisitos de reglas del negocio. En contraste con las investigaciones tradicionales, donde el modelo conceptual es desarrollado enteramente desde la documentación de especificación de requisitos, ahora se avoca el uso de la documentación de reglas del negocio como la posibilidad de acceder a lo fundamental y propone establecer un enlace entre las reglas del negocio y los objetos de información asociados. El enlace resulta ser esencial para comprender el porque un objeto de información específico es definido y usado de una manera específica.

5. Implementación de las reglas del negocio:

El soporte automatizado de las reglas del negocio ha sido una de los tópicos de pruebas calientes en la comunidad de los sistemas de información en los últimos años. Mientras que resulta evidente la importancia de conocer las reglas que gobiernan el negocio, esto solo no resulta ser de tanta ayuda, y si lo es el tener de forma automatizada esta tremenda fuerza. Actualmente existen potentes tecnologías que soportan el mantenimiento y la implementación de las reglas del negocio en un sistema de información (Goedertier and Vanthienen, 2006, Bajec, 2000, Barne and Kelly, 1997)

6. Identificación de las reglas operacionales, tácticas y estratégicas:

La identificación de las reglas operacionales, tácticas y estratégicas es típicamente hecho en relación con el modelado de las reglas del negocio. Mientras algunas de las reglas requieren determinaciones explícitas (ejemplo las reglas que son asociadas con los objetivos del negocio y procesos de negocio) muchos otros son inherentes en los diagramas de modelo de negocio. Tales reglas pueden ser automáticamente

extraídas desde el modelo de negocios y entrar en su potencial representación en la determinación de requerimientos de un sistema de información particular.

7. Mantenimiento de reglas del negocio:

Las reglas del negocio son muy dinámicas, están en cambio constantemente y de forma natural (ejemplo en respuesta a fuerzas externas tales como regulaciones, acciones por competidores, nuevos descubrimientos científicos, etc.; o por fuerzas internas cuando un objetivo previamente establecido cambia). El propósito del manteniendo de las reglas del negocio es coordinar estos cambios de forma tal que el sistema pueda reconsiderar sus objetivos de forma consistente y ajustables acordes a las estrategias del negocio. Es importante que las reglas del negocio sean mantenidas sobre el nivel de la organización y no sobre el un sistema de información particular. Las reglas del negocio pueden tener una implementación importante o varias (en uno o varios sistemas de información) pero desde el punto de vista de la organización ellas siempre reflejan el mismo ambiente de negocio. El mantenimiento de las reglas del negocio incluye algunas actividades fundamentalmente: control de la eficiencia, control de versiones, validación de conflictos y consistencia y el control de impacto.

El presente trabajo se ocupa básicamente de las etapas de descubrimiento, análisis y modelación de reglas del negocio para al área específica de nefrología.

2.3 Modelado de procesos basado en reglas de negocio

2.3.1 Modelos relacionados a reglas de negocio

El modelo de negocios lo podemos ver como un proceso de interacción social con el propósito de ejecutar el negocio. Un proceso de interacción social es un conjunto temporalmente ordenado de eventos y acciones coherentes, que incluyen uno o mas actos de comunicación y es seguido de un conjunto de reglas o protocolos, gobernados por normas que especifican el tipo de proceso que interactúa (Wagner, 2003)

Los modelos de empresas son abstracciones de diferentes aspectos de una empresa, típicamente con el propósito de comprender y disponer del conocimiento de cómo es estructurada la empresa y como opera (Krisper, 2005)

En el contexto de modelar procesos de negocios basados en reglas, resultan particularmente relevantes tres elementos:

- **Modelo de vocabulario de negocio:** contiene artefactos del conocimiento de un modelo de empresa. Es ampliamente argumentado expresar el modelo de vocabulario usando lenguajes de ontologías orientadas a hechos mejor que el lenguaje de ontologías orientado a objetos (Halpin, 2000a) los modelos orientados a hechos son particularmente convenientes porque están cercanos al lenguaje natural y a la programación lógica.
- **Modelo de procesos de negocios:** contiene la descripción de los procesos que describen como la empresa interactúa con procesos externos participantes y cuales servicios internos deben ser invocados consecutivamente.
- **Modelo de reglas de negocio (reglas del negocio):** gobierna la dinámica de los recursos y los datos. Consecutivamente, el modelo de vocabulario y procesos se relaciona al modelo de reglas de negocio (Halpin, 2000a). El modelo de vocabulario está relacionado al modelo de reglas del negocio porque la lógica del negocio contiene la derivación y restricciones que define restringen predicados del modelo de vocabulario. Las reglas de derivación definen predicados que pueden ser lógicamente derivados desde los datos disponibles. El modelo de procesos se relaciona al modelo de reglas del negocio porque la lógica del negocio define el estado de transición de instancias de proceso.

Una regla debe ser considerada como una unidad atómica de la lógica en el modelo de la empresa.

2.3.2 Procesos y actividades del negocio

Un proceso se define como un conjunto de actividades o acciones interrelacionadas entre sí que, a partir de una o varias entradas de información, materiales o de salidas de otros procesos, dan lugar a una o varias salidas también de materiales (productos) o información con un valor añadido.

Asociadas a un proceso se considera que se encuentran diferentes tipos de actividades, clasificadas como se describe a continuación:

- Valor agregado: Aquellas que transforman los datos e insumos para crear información y productos o servicios para el cliente.
- Traspaso: Aquellas en las que se entrega de manera interdepartamental o externa la información y productos.
- Control: Aquellas que permiten que las actividades de traspaso se lleven a cabo con calidad tiempo y costo establecido.

El proceso es ese elemento empresarial fundamental e intangible que está presente en toda la organización, pero que aún muchas empresas no lo están gestionando. Y lo que está claro es que para poder gestionar cualquier elemento empresarial hay que:

- Tenerlo adecuadamente identificado y definido
- Asignarle objetivos y metas
- Disponer de medidas para valorar su actuación.

Algunas de las definiciones formales de procesos son:

1. Un proceso de negocio es un conjunto de tareas relacionadas lógicamente llevadas a cabo para lograr un resultado de negocio definido. Cada proceso de negocio tiene sus entradas, funciones y salidas. Las entradas son prerequisites que deben tenerse antes de que una función pueda ser aplicada. Cuando una función es aplicada a las entradas de un método, tendremos ciertas salidas resultantes.
2. Un proceso de negocio es una colección de actividades estructurales relacionadas que producen un valor para la organización, sus inversores o sus clientes. Es, por ejemplo, el proceso a través del que una organización realiza sus servicios a sus clientes. Un proceso de negocio puede ser parte de un proceso mayor que lo abarque o bien puede incluir otros procesos de negocio que deban ser incluidos en su función. En este contexto un proceso de negocio puede ser visto a varios niveles de granularidad. El enlace entre procesos de negocio y generación de valor lleva a ver los procesos de negocio como los flujos de trabajo en que se efectúan las tareas de una organización.

Los procesos de negocio pueden ser vistos como un recetario para hacer funcionar un negocio y alcanzar las metas definidas en la estrategia de negocio de la empresa.

Tipos principales de procesos de negocio:

1. Procesos centrales – Estos procesos dan el valor al cliente, son la parte principal del negocio.
2. Procesos de soporte – Estos procesos dan soporte a los procesos centrales.

Características relevantes:

1. Tienen clientes (internos o externos),
2. Cruzan fronteras organizacionales, es decir, operan entre subunidades organizacionales.

Clasificación:

Los procesos pueden definirse con base en tres dimensiones: entidades, objetos y actividades.

El trabajo en las organizaciones se realiza con un proceso o varios. Definir un proceso ayuda a identificar el flujo de eventos del mismo, así como las entradas y las salidas de cada paso. La parte fácil es definir lo que entra al proceso y los resultados deseados. La difícil es tratar de determinar las variables entre la entrada y la salida, a las que también se les llama funciones.

Entre los procesos identificados y definidos para el área de nefrología tenemos los siguientes:

- Realizar consulta de progresión.
- Recibir trasplante.
- Recibir tratamiento de hemodiálisis Ambulatoria.

2.3.3 Relación de procesos con reglas de negocio

Para conseguir sus objetivos, cualquier empresa ya sea de servicio o de producción, organiza su actividad por medio de un conjunto de *procesos*. Cada uno de ellos se caracteriza por una colección de *datos* que son producidos y manipulados mediante un conjunto de *tareas*, en las que ciertos *agentes* (por ejemplo, especialistas o servicios de salud) participan de acuerdo a un *flujo de trabajo* determinado. Adicionalmente, estos

procesos se hayan sujetos a un conjunto de *regulaciones*, conocidas como reglas de negocio, que determinan las políticas y la estructura de la información que se desea modelar (García et al., 2004).

El primer paso del modelado del negocio consiste en capturar los procesos de negocio de la organización bajo estudio. La definición del conjunto de procesos del negocio es una tarea crucial, ya que define los objetivos principales de la empresa. Teniendo en cuenta que estos van a ser muy complejos y de un nivel de abstracción muy alto, serán descompuestos en un conjunto de subobjetivos más concretos y estos a su vez podrán ser descompuestos en otros, de manera que se defina una jerarquía de objetivos.

2.4 Modelo de procesos de negocio para área de nefrología

2.4.1 Principales procesos

Siguiendo los pasos descritos en el epígrafe anterior para el modelado del negocio se definen los procesos de negocio de la organización bajo estudio, en este caso los relacionados con el área de nefrología del hospital universitario "Arnaldo Milián Castro". La definición del conjunto de procesos del negocio es una tarea crucial, ya que define los límites del proceso de modelado posterior. De acuerdo con el concepto de objetivo estratégico de Cockburn (Cockburn, 1997), capturamos los procesos del negocio a partir de los objetivos principales de la empresa. En primer lugar, consideramos los objetivos estratégicos de la organización. Entre los objetivos estratégicos de la entidad que se modela se encuentran: Realizar consulta de progresión, Realizar tratamiento de hemodiálisis y realizar trasplante renal. La relación entre los diferentes procesos al que es sometido el paciente queda reflejada en la figura 2.1.

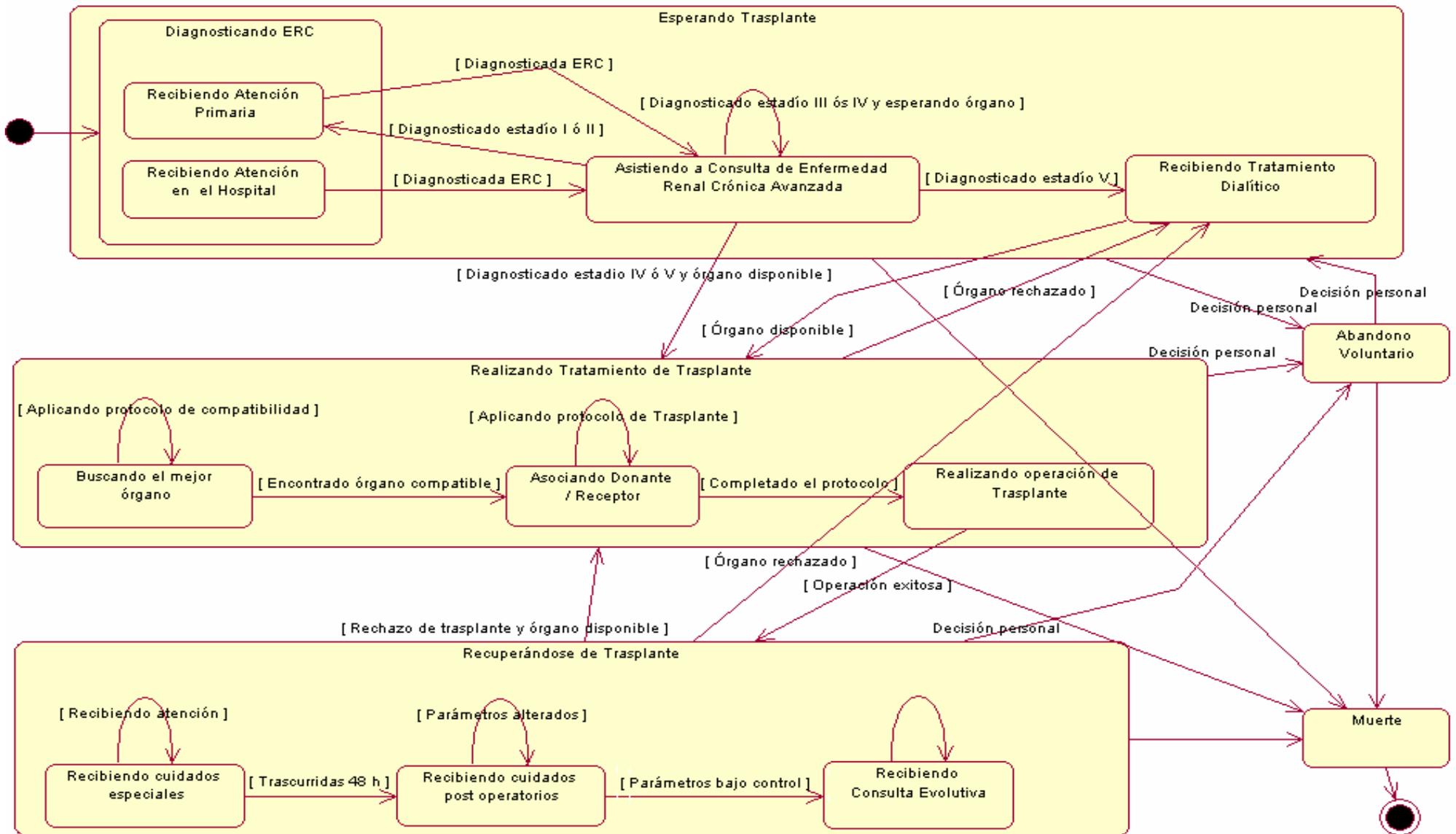


Fig. 2.1. Diagrama de Estado para describir el comportamiento de la clase Paciente.

2.4.2 Modelo de proceso para la consulta de progresión

Teniendo en cuenta que los objetivos van a ser muy complejos y de un nivel de abstracción muy alto, serán descompuestos en un conjunto de subobjetivos más concretos, que deberán cumplirse para conseguir el objetivo estratégico. Estos subobjetivos pueden a su vez ser descompuestos en otros, de manera que se defina una jerarquía de objetivos. Para cada uno de estos subobjetivos de segundo nivel se define un proceso de negocio que deberá dar soporte a dicho subobjetivos. Se representa a cada proceso del negocio como un *caso de uso del negocio*, que inicialmente será descrito de forma textual.

El objetivo *Realizar consulta de progresión* puede ser dividido en subobjetivos tales como:

- *Recepcionar paciente*
- *Crear nueva historia clínica*
- *Realizar valoración de análisis*
- *Realizar examen físico*
- *Llenar datos de consulta*
- *Orientar análisis*
- *Realizar análisis*

Una vez se han identificado los procesos de negocio, es preciso encontrar los agentes involucrados en su realización. Cada uno de estos agentes o actores del negocio desempeña cierto papel (*juega un rol*) cuando colabora con otros para llevar a cabo las actividades que conforman dicho caso de uso del negocio. De hecho, los roles identifican que juegan los agentes del hospital son: *Nefrólogo, Enfermera y Técnico de laboratorio*.

Para tener una visión general de los diferentes procesos de negocio del hospital, puede construirse un *diagrama de casos de uso del negocio*, en el cual aparece cada proceso del negocio como un caso de uso. Este diagrama permite mostrar los límites y el

entorno de la organización bajo estudio. En la figura se muestra el diagrama de casos de uso del negocio para el proceso *Realizar consulta de progresión*; es un diagrama de casos de uso UML formado por casos de uso del negocio y actores.

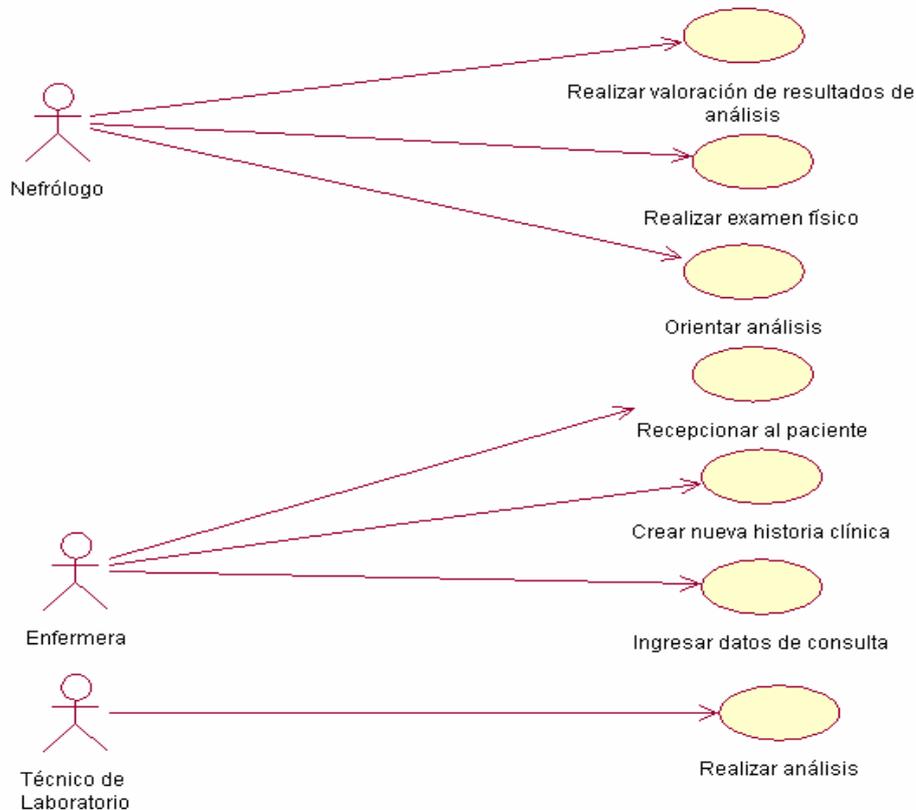


Fig. 2.2. Diagrama de casos de uso del negocio para el proceso Realizar consulta de progresión.

Dentro del modelado del negocio se puede profundizar en cada uno de los casos de uso del negocio identificados, para describirlo en detalle. Se prestará atención a uno de los casos de uso del negocio: *Crear nueva historia clínica*, cuya descripción se muestra en la figura 2.3 y el agente involucrado es *Enfermera*.

Cuando el paciente arriba a consulta por primera vez se le crea una historia clínica personal en la que quedarán reflejados sus datos generales como son: nombre y apellidos, CI, edad, dirección particular, teléfono, color de piel, nivel de escolaridad, grupo sanguíneo, actividad laboral que realiza, sexo, estado civil, área de salud a la que pertenece y fecha de ingreso al programa de insuficiencia renal crónica. También estarán reflejados los antecedentes patológicos tanto familiares, como personales; la historia de la enfermedad actual y quedará plasmado además, cuál a sido su vía de llegada a la consulta. Al documento se le

Fig. 2.3. Descripción del caso de uso del negocio Crear nueva historia clínica.

Los diagramas son muy útiles para modelar los procesos del negocio dado que son muy sencillos y expresivos, facilitando así la comunicación con los usuarios. Estos diagramas pueden adaptarse a UML utilizando diagramas de actividades con calles. De esta manera, para mostrar de forma más detallada el flujo de trabajo que realiza cada proceso de negocio se crean diagramas de este tipo, denominados *diagramas de proceso*.

La figura 2.4 muestra el diagrama de proceso de *Realizar consulta de progresión*. Existe una calle por cada rol participante en el mismo, que incluye las actividades que realiza dicho rol.

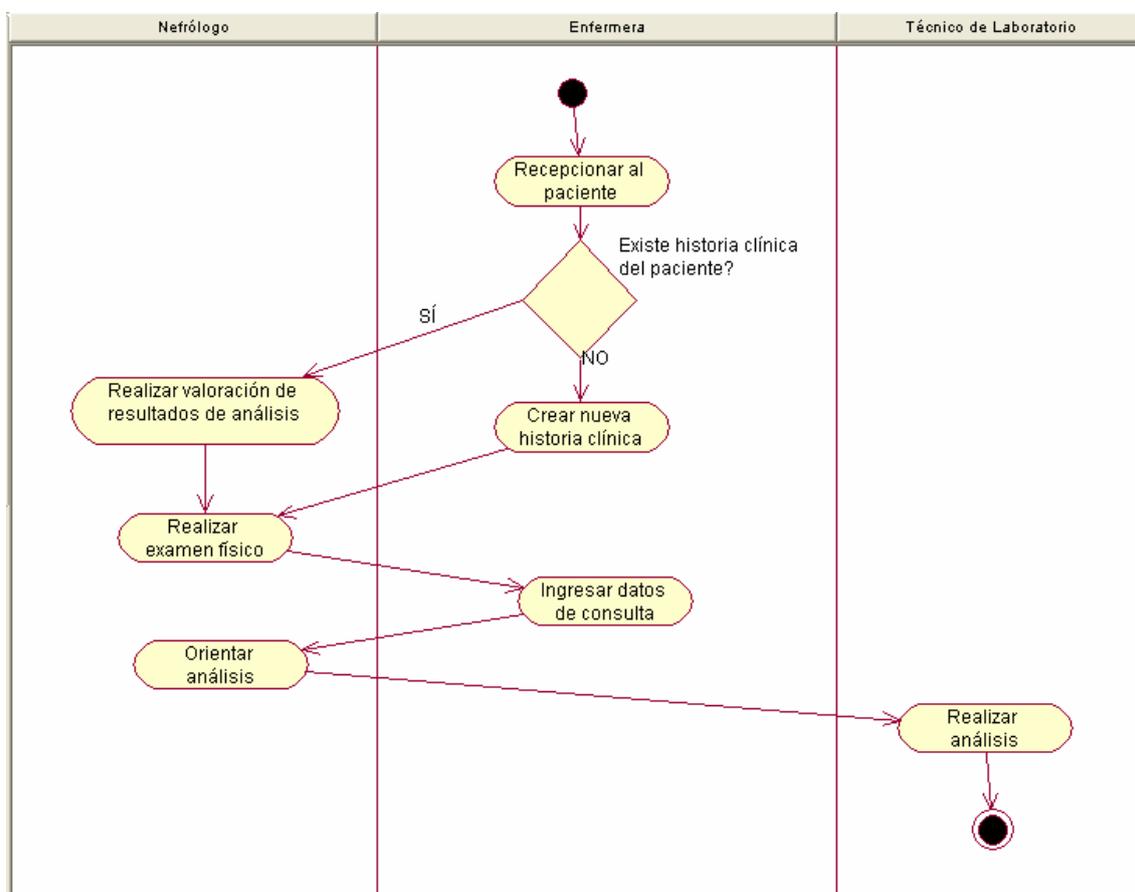


Fig. 2.4. Diagrama de proceso para el caso de uso del negocio Realizar consulta de progresión.

Durante la descripción de un proceso de negocio mediante un diagrama de proceso, es posible encontrar una actividad cuya complejidad sea tal que sea necesario describirla mediante otro diagrama de proceso adicional, por no complicar en exceso el diagrama en cuestión. Por tanto, este nuevo diagrama de proceso describirá un subobjetivo en relación al objetivo ligado al proceso de negocio original. De este modo los procesos de

negocio se organizan jerárquicamente. También es posible mostrar en diferentes diagramas de proceso el flujo normal y los flujos alternativos.

Para ejemplificar la dinámica de los procesos, sus características y como se relacionan con las reglas del negocio utilizaremos el *proceso*: Consulta de progresión, en el que se tiene por *dato*: filtrado glomerular teórico (FGT) y va a ser manipulado mediante las *tareas*: Realizar valoración de análisis y Llenar datos de consulta, en la que participan los *agentes* como Nefrólogo y Enfermera. Algunas de las *regulaciones* que administran esta información son:

R1: Si paciente tiene $16 \leq \text{FGT} \leq 30$ se encuentra en estadio IV.

R2: Si paciente tiene $31 \leq \text{FGT} \leq 60$ está en estadio III.

R3: Si paciente está en estadio III ó IV se atiende en consulta de progresión.

También existen reglas del negocio que hacen cambiar de un proceso a otro, por ejemplo, tenemos las siguientes reglas:

R1: Si paciente tiene $\text{FGT} \leq 15$ entonces está en estadio V.

R2: Si paciente está en estadio V se remite a métodos sustitutivos.

Entonces al cumplirse estas reglas el paciente pasa del proceso de Consulta de progresión al proceso de Trasplante o Hemodiálisis ambulatoria.

CAPÍTULO III. “Diseño e implementación de la base de datos para el área de nefrología”.**3.1 Diseño conceptual de la base de datos****3.1.1 Herramienta utilizada para el diseño conceptual**

El diseño de la base de datos se enfocó de manera tal que abarque en su integridad los procesos de consulta de progresión, hemodiálisis y trasplante renal, con la posibilidad de que en el futuro pueda crecer con la incorporación de nuevos módulos en el área de salud de atención secundaria. Con ello se evita la información redundante y facilita en gran medida la interacción entre los diferentes procesos que se llevan en el hospital.

A continuación se describe el proceso de creación del esquema conceptual, siguiendo el modelo Entidad-Relación. Éste se basa en una representación gráfica de las entidades relacionadas entre sí, que ira creciendo a medida que se le incorporen nuevos módulos. Al utilizar una representación de este tipo, el modelo permite desde el punto de vista semántico distinguir fácilmente las entidades que lo conforman, así como las interrelaciones que se establecen entre las mismas. Para el modelado de la base de datos se utilizó la herramienta Case ER/Studio la cual ofrece entre sus funcionalidades: una fuerte capacidad para el diseño lógico; sincronización bidireccional del diseño lógico y físico; construye automáticamente el modelo físico de la base de datos y permite la ingeniería inversa de la misma; genera documentación en HTML; cuenta con facilidades de reportes y un repositorio para la cooperación entre equipos. Una de sus principales ventajas de la herramienta es que permite la creación de submodelos, logrando así una mayor organización en el diseño.

3.1.2 Generalidades del diseño de la base de datos para nefrología

La entidad principal del esquema es paciente, como se puede ver en la figura 3.1. Esta entidad paciente cuenta con una serie de atributos que representan los datos generales sobre un paciente y que normalmente están en cualquier historia clínica de atención secundaria. Con esta entidad base, están relacionadas todas las demás entidades (alergias medicamentosas, operaciones, transfusiones, enfermedades contraídas, adicciones, análisis, diagnósticos, examen físico, interrogatorio por aparatos, etc.) que también contienen información general acerca del paciente; lo cual permite que los submodelos se simplifiquen considerablemente, pues tan sólo contendrán la información específica de ellos.

A su vez con la entidad principal de este submodelo general se relacionan las entidades de otros submodelos que representan áreas específicas. Por ejemplo consulta de progresión, mostrado en la figura 3.2. Esta idea de diseño se maneja todo el tiempo, o sea ir adicionando módulos al sistemas que estén interrelacionados entre sí pero que sean lo más independientes posible. El primer módulo desarrollado es el de nefrología el cual cuenta con tres submodelos principales: consulta de progresión, hemodiálisis (figura 3.3) y trasplantes (figura 3.4).

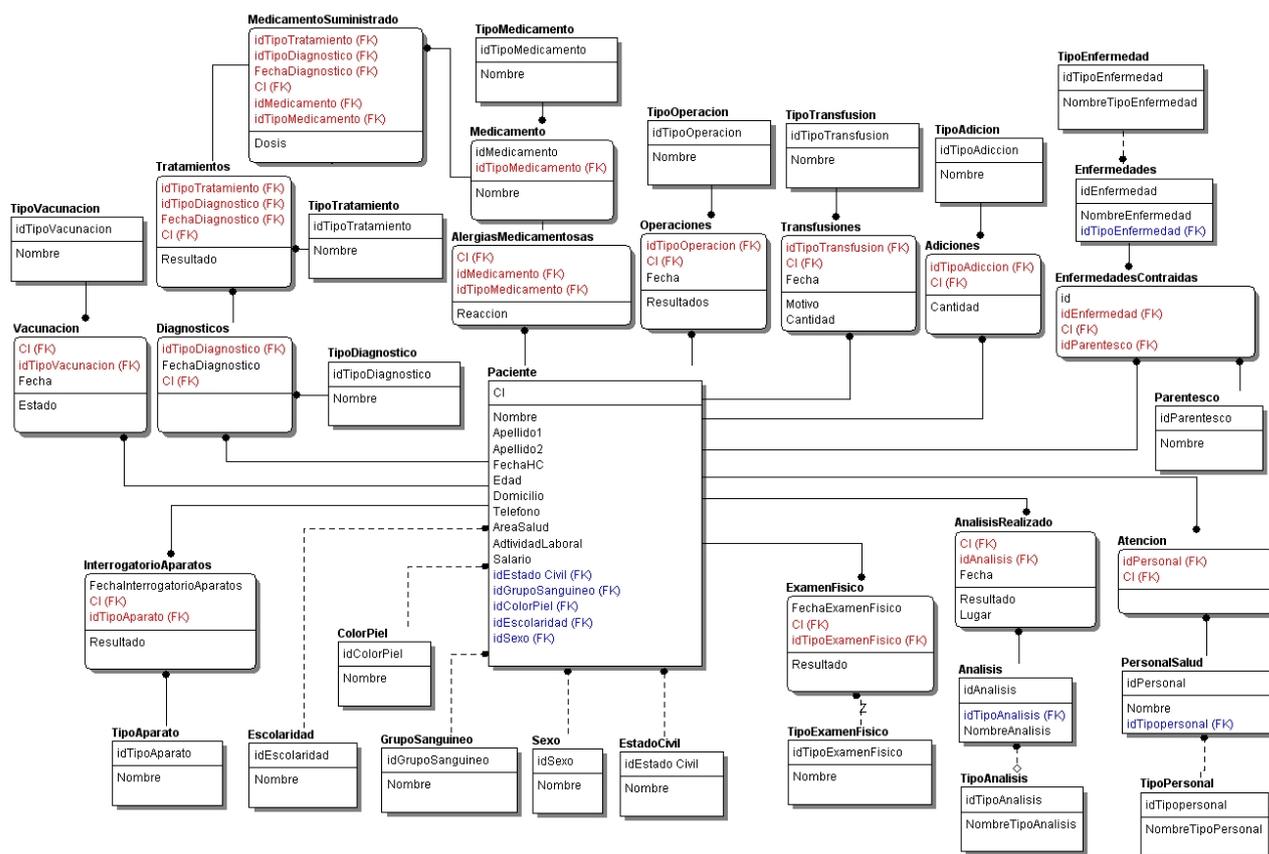


Fig. 3.1. Entidad paciente.

3.1.3 Reglas de negocio plasmadas en el modelo conceptual

El principal objetivo del diseño de una base de datos es capturar la semántica estructural de los sistemas de información, especificando objetos relevantes para la aplicación y sus interconexiones (Ferraggine and Rivero, 2006). Esto puede lograrse usando un modelo de datos semántico y traduciendo luego tal especificación en una definición de base de datos relacional. En este proyecto se identifica y formaliza un conjunto de patrones de reglas del negocio que puedan plasmarse en un Modelo de Entidades y Relaciones (MER) convencional utilizando las construcciones básicas universalmente aceptadas.

En este caso el trabajo se centra en reglas del negocio expresables mediante dependencias de comparación de valores, especialmente dependencias de inclusión y de exclusión.

Por ejemplo, cuando se tiene en la relación entre las entidades: paciente, diagnóstico, tratamiento y medicamento; un paciente puede tener varios diagnósticos o ninguno; un diagnóstico puede tener uno o varios tratamientos y a cada tratamiento se le asigna uno o varios medicamentos. La relación entre donante vivo, receptor y paciente de trasplante refleja que un donante vivo, al igual que el receptor, son considerados pacientes del área de trasplante y que deben asistir a consultas evolutivas, sin embargo los donantes potenciales no son estimados como pacientes del área, sólo son pacientes de atención secundaria. En el submodelo de consulta de progresión se refleja que todo paciente en cada consulta que se le realice debe quedar plasmada la propuesta del programa valorada por el médico en el encuentro.

3.2 Submodelos principales

3.2.1 Submodelo de la consulta de progresión

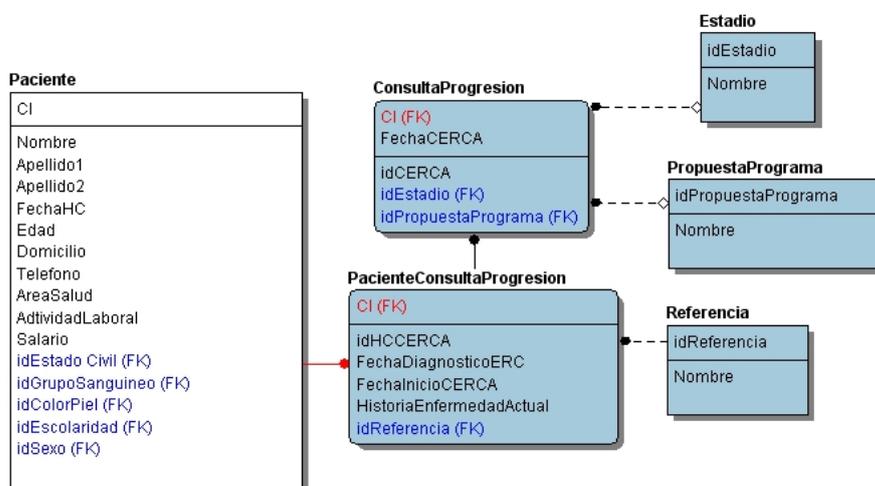


Fig. 3.2. Submodelo de consulta de progresión.

En el submodelo consulta de progresión, mostrado en la figura 3.2, vemos como se relaciona la entidad paciente con la entidad paciente de consulta de progresión que recoge los datos del paciente, específicos para esta área, y que a su vez constituye la entidad principal de este submodelo, relacionada con la misma aparece la entidad consulta de progresión que recoge de manera histórica los datos relacionados con la

evolución del paciente, aunque este submodelo parece sencillo, la información a recoger en cada consulta es voluminosa pero queda reflejada en las entidades correspondientes del submodelo general del paciente. Esta misma concepción es aplicada a los submodelos hemodiálisis y trasplante. De esta forma el modelo de la base de datos puede ir creciendo con la adición de otros módulos como son el de farmacia, laboratorio, cardiología, entre otros, logrando de esta forma incrementar la base de datos sin tener que hacer cambios en las entidades existentes.

Cada área estaría representada en la base de datos por el correspondiente submodelo más el submodelo general del paciente, con ello se logra evitar la redundancia a nivel de todas las áreas, al ubicar cada dato en un único lugar. De todo lo expuesto se infiere que el submodelo general del paciente es compartido por las áreas del hospital que se vayan incorporando, facilitándose con ello a su vez la integridad y consistencia de los datos, además como ya se ha dicho, se lograría en gran medida la integración de los procesos entre las distintas áreas.

3.2.2 Submodelo de hemodiálisis

En el submodelo de hemodiálisis, mostrado en la figura 3.3, la entidad Paciente se relaciona con la entidad paciente de hemodiálisis que recoge los datos específicos del paciente en este servicio, esta entidad es la principal en este submodelo, relacionada con la misma aparece la entidad consulta de hemodiálisis que no cuenta con casi ningún atributo pues todos los datos que se recoge en la misma son los análisis y la vacunación del enfermo, lo cual queda reflejado en sus correspondientes entidades del submodelo general.

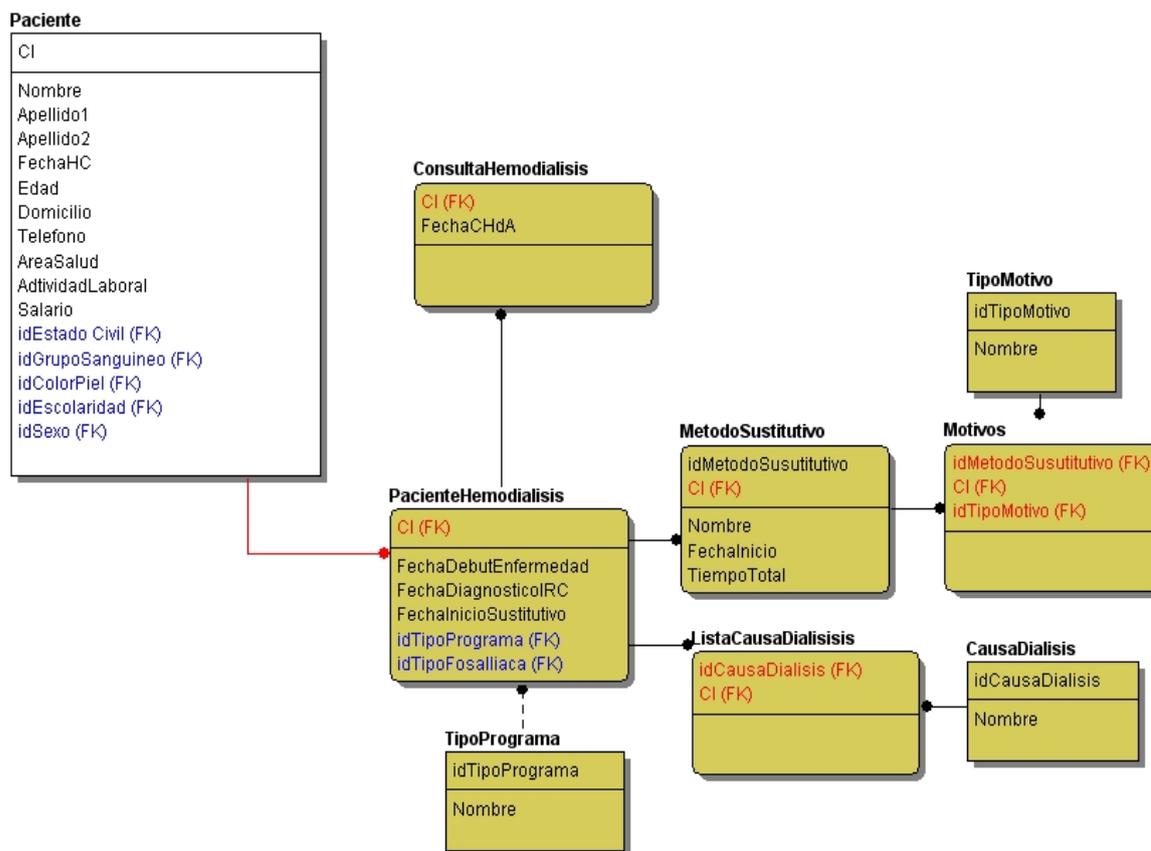


Fig. 3.3. Submodelo de hemodiálisis.

3.2.3 Submodelo de trasplante renal

En el submodelo de trasplante renal, mostrado en la figura 3.4, tenemos como entidad principal paciente de trasplante que se relaciona con la entidad evolución para darle seguimiento al paciente. Es importante señalar que un paciente del área de trasplante puede ser un receptor o un donante vivo y esto se debe a que después del acto de trasplante ambos tienen que asistir a este tipo de consulta. El donante potencial es un paciente que actúa como posible donante de un receptor que espera ser trasplantado; una vez realizada la donación es que entonces el donante potencial pasa a ser también un paciente del área de trasplante.

En las entidades de donante vivo y donante muerto se recoge toda la información referente a las respectivas operaciones de los donantes, y en la de trasplante se recoge la que corresponde al acto operatorio del receptor, también existen las entidades trasplante donante muerto y trasplante donante vivo solamente para diferenciar el tipo de trasplante.

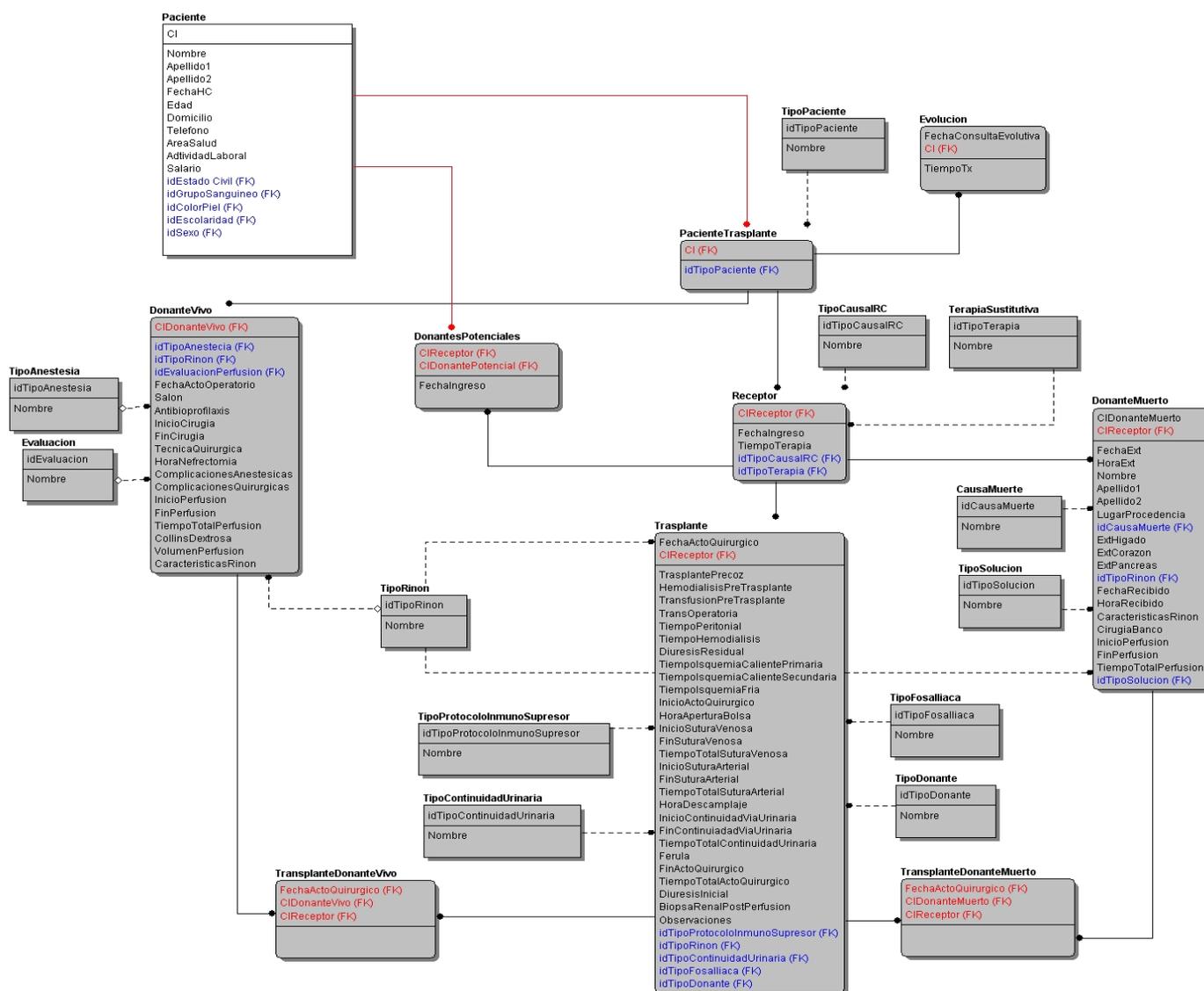


Fig. 3.4. Submodelo de trasplante renal.

El enfoque dado al diseño de la base de datos permite el manejo de la información referente a las historias clínicas de atención secundaria en el área de nefrología, que sirve como base para un sistema de información que integre y haga fluido el trabajo entre consulta de progresión, hemodiálisis y trasplante renales.

3.3 Implementación de la base de datos

3.3.1 MySQL como gestor de bases de datos

La implementación del diseño conceptual se realizó con el gestor de base de datos MySQL el cual combinado con PHP, es el lenguaje estándar a la hora de crear sitios de comercio electrónico o páginas web dinámicas. Este producto pueden funcionar en múltiples plataformas de hardware, con requerimientos relativamente pequeños sin

perder estabilidad. MySQL es de software libre, por lo que posee: libertad de copia y distribución; junto a los programas ejecutables, se puede obtener su código fuente.

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones en todo el mundo, lo que supera la base instalada de cualquier otra herramienta de bases de datos. Existen varias APIs que permiten, a aplicaciones escritas en diversos lenguajes de programación, acceder a las bases de datos MySQL, incluyendo C, C++, C#, Pascal, Delphi (vía dbExpress), Eiffel, Smalltalk, Java (con una implementación nativa del driver de Java), Lisp, Perl, PHP, Python, Ruby, gambas, REALbasic (Mac), FreeBASistema de información C, y Tcl; cada uno de estos utiliza una API específica. También existe un interfaz ODBC, llamado MyODBC que permite a cualquier lenguaje de programación que soporte ODBC comunicarse con las bases de datos MySQL.

MySQL es muy utilizado en aplicaciones web como MediaWiki, Drupal o phpBB, en plataformas (Linux/Windows-Apache-MySQL-PHP/Perl/Python), y por herramientas de seguimiento de errores como Bugzilla. MySQL es una base de datos muy rápida en la lectura cuando utiliza el motor no transaccional MyISAM, pero puede provocar problemas de integridad en entornos de alta concurrencia en la modificación. En aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos y en cambio el entorno es intensivo en lectura de datos, lo que hace a MySQL ideal para este tipo de aplicaciones.

MySQL tiene un grupo de competidores como son: PostgreSQL, Microsoft SQL Server y Oracle, entre otros, pero por las características mencionadas anteriormente se decidió usar este gestor de base de datos en la presente investigación.

3.3.2 *PHPmyadmin como herramienta de trabajo*

Para trabajar con MySQL se utilizó la herramienta: PHPmyadmin 2.10.1. Esta herramienta resulta especialmente útil pues tiene un ambiente web que puede ser instalado en el servidor, con lo que se puede acceder a MySQL de una manera muy rápida. PHPmyadmin 2.10.1 permite realizar todo tipo de acciones sobre las bases de datos, algunas de ellas son: exportar e importar bases de datos, generar consultas, dar privilegios a los usuarios, entre otras.

El enfoque dado al diseño de la base de datos permite el manejo de la información referente a las historias clínicas de atención secundaria en el área de nefrología, que

sirve como base para un sistema de información que integre y haga fluido el trabajo entre consultas de progresión, hemodiálisis y trasplantes renales.

CAPÍTULO IV. "Sistema de información para nefrología basado en reglas de negocio"

4.1 Diseño del sistema

4.1.1 Arquitectura de tres capas

Se puede decir que todas las aplicaciones tienen la misma arquitectura básica y se pueden subdividir en tres partes:

Capa de interfaz de usuario o presentación: La presentación al usuario (hay quien la denomina "capa de usuario"), presenta el sistema al usuario, le comunica la información y captura la información del usuario dando un mínimo de proceso, realiza un filtrado previo para comprobar que no hay errores de formato. Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio. También es conocida como interfaz gráfica y debe tener la característica de ser amigable para el usuario.

Capa de reglas de negocio: Sería el procesamiento de la información. Es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Se denomina capa de negocio (e incluso de lógica del negocio) pues es aquí donde se establecen todas las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para solicitar al gestor de base de datos para almacenar o recuperar datos de él.

Capa de accesos a datos: El control del almacén de datos. Es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los datos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

Cada uno de los componentes de la aplicación en una arquitectura de tres capas queda bien delimitado. Esto permite implementar componentes de una manera más flexible.

En la arquitectura tradicional de tres capas, se instala una interfaz de usuario en la computadora del usuario final (el cliente). La arquitectura basada en web transforma la interfaz de búsqueda existente (el explorador de web), en la interfaz del usuario final. La parte funcional de la arquitectura de tres capas generalmente es conocida como la capa intermedia o el servidor de aplicaciones. Este es donde la mayoría de los procesos

ocurren.

La tercera capa comúnmente es el sistema de administración de la base de datos. Es decir donde los datos requeridos por la capa intermedia son almacenados. La tercera capa se localiza en un servidor separado conocido como el servidor de base de datos.

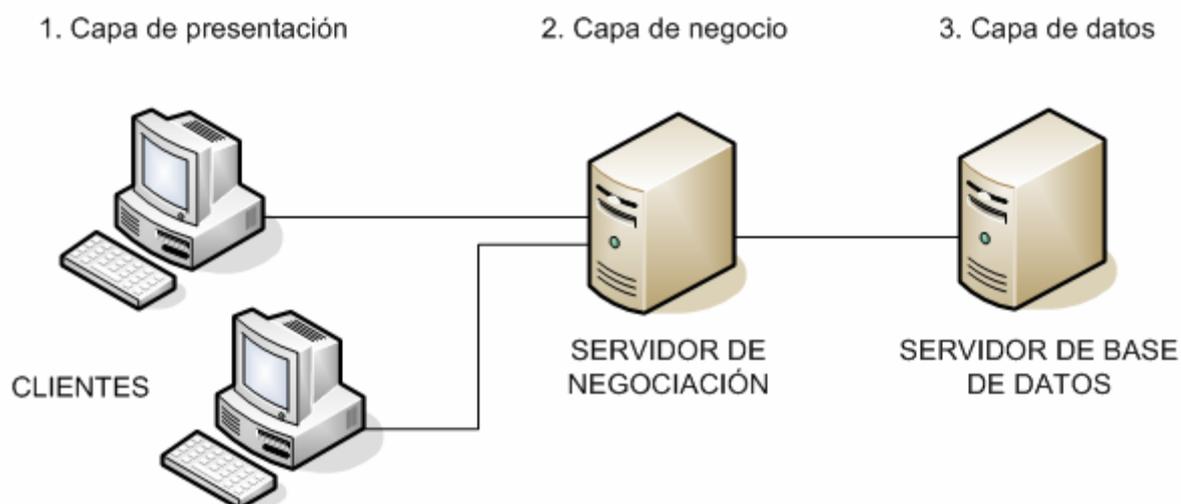


Fig. 4.1. Arquitectura de tres capas.

En esta arquitectura todas las peticiones de los clientes se controlan en la capa correspondiente a la lógica del negocio. Cuando el cliente necesita hacer una petición se la hace a la capa en la que se encuentra la lógica del negocio. Esto resulta ser de gran importancia y significa que:

1. El cliente no tiene que tener drivers ODBC ni la problemática consiguiente de instalación de los drivers por tanto se reduce el costo de mantener las aplicaciones cliente.
2. El Cliente y el Gestor de reglas de negocio tienen que hablar el mismo lenguaje (en nuestro caso COM).
3. El Gestor de reglas de negocio y el Servidor de Datos tienen que hablar el mismo lenguaje (en nuestro caso ODBC)

Lo ideal sería que el gestor de reglas de negocio no sólo OLE y ODBC sino otros estándares como DBLib, OLI, DRDA, SQL/API y X/Open

La elección entre arquitecturas de dos o de tres capas es independiente del hardware que se tenga. Los desarrolladores han estado implementando aplicaciones cliente/servidor desde los primeros tiempos de la programación excediendo muchas veces las posibilidades del hardware sobre el que corrían. Se fracciona la aplicación en varias secciones que dialogan entre sí.

Afortunadamente, en la actualidad el hardware, las redes y los sistemas operativos permiten a los desarrolladores implementar aplicaciones de una forma que antes era absolutamente imposible.

Una aplicación desarrollada usando un modelo en tres capas se puede desarrollar en un PC, incluso en un NetPc o en entornos tan diversos como Mac, Microsoft Windows NT™ o servidores Unix dando servicios a aplicaciones de datos en redes Microsoft Windows® o Mac. Una aplicación de tres capas no resulta útil si no es escalable.

Una vez elegida esta arquitectura, aun cuando resulta más complicadas y es una dificultad añadida a la hora de implementarlas, conllevan ciertos beneficios reales:

- La posibilidad de integrar aplicaciones que accedan a las mismas bases de datos de una forma sencilla.
- Separar las reglas de negocio de los interfaces especialmente en entornos multiplataforma permite que las reglas se cambien con un mínimo impacto sobre los usuarios de las aplicaciones.
- El uso de modelos de tres capas aumenta considerablemente la flexibilidad a la hora de aplicar las posibilidades de la informática para aspectos específicos de la problemática del cliente.
- Es fácil construir nuevas aplicaciones desde los componentes instalados si las reglas del negocio están en unos servidores de aplicaciones más que en cada aplicación.
- Herramientas como el ODBC, que fuerza a las bases de datos a ser abstractas y transformarse en genéricos almacenes de datos, te permiten permanecer completamente flexibles a la hora de determinar donde guardar los datos independientemente de la aplicación que se use.

Ventajas de una arquitectura de tres capas

- Las llamadas de la interfaz del usuario, en la estación de trabajo, al servidor de capa intermedia, son más flexibles que en el diseño de dos capas, ya que la estación sólo necesita transferir parámetros a la capa intermedia.
- Con la arquitectura de tres capas, la interfaz del cliente no es requerida para comprender o comunicarse con el receptor de los datos. Por lo tanto, esa estructura de los datos puede ser modificada sin cambiar la interfaz del usuario en la PC.
- El código de la capa intermedia puede ser reutilizado por múltiples aplicaciones si está diseñado en formato modular. Esto puede reducir los esfuerzos de desarrollo y mantenimiento, así como los costos de migración.
- La separación de roles en tres capas, hace más fácil reemplazar o modificar una capa sin afectar a los módulos restantes.
- Separando la aplicación de la base de datos, hace más fácil utilizar nuevas tecnologías de agrupamiento y balance de cargas.
- Separando la interfaz del usuario de la aplicación, libera de gran procesamiento a la estación de trabajo y permite que las actualizaciones de la aplicación sean centralizadas en el servidor de aplicaciones.

Más y más organizaciones se están moviendo a soluciones de tres capas para alcanzar estas metas. La arquitectura de tres capas supera limitaciones del diseño de dos capas, separando la presentación, el procesamiento y los datos en soportes separados. La presentación de las herramientas no necesariamente debe cambiar, sino que los cálculos y los accesos de datos se mueven a la capa intermedia para aumentar el desempeño y la seguridad, así como para disminuir los esfuerzos de implementación de las nuevas versiones o de los cambios en el código.

Para cada una de las organizaciones técnicas, la arquitectura de tres capas incrementa la habilidad para responder a los cambios y les permite reutilizar código, simplifica el mantenimiento y hace más fácil la migración a nuevas plataformas. Conforme continúa la transformación de las prácticas obsoletas, las organizaciones deben cambiar y crecer junto con las necesidades del medio, ofreciendo soluciones viables.

A medida que avanza la tecnología, el medio necesita cambiar sus prácticas para utilizar las nuevas herramientas. La orientación hacia los productos cliente/servidor parece estar yendo más lejos cada día de los sistemas de cómputo centralizados y más hacia la computación distribuida. El medio también está acercándose a productos "abiertos" y estándar, y alejándose del software propietario, mientras que crece el uso de servidores de aplicaciones. Con el movimiento hacia la computación distribuida, y hacia los productos fáciles de utilizar, ha habido un incremento en el número de proveedores de servicio de aplicaciones (Application Service Providers o ASP). Los ASP son la tercera parte de las compañías que administran y distribuyen servicios basados en software a clientes en la Internet o en una red amplia, generalmente desde un centro de datos centralizado. También son una forma de satisfacer las necesidades del medio, así como de reducir los costos de mantenimiento de recursos humanos adicionales y de adquirir nuevo hardware o actualizaciones de software.

4.1.2 Distribución física de las diferentes capas

Todas estas capas pueden residir en un único ordenador, aun cuando esto no resulta típico. Lo más usual es que se tenga una serie de ordenadores en donde reside la capa de presentación, o sea los clientes de la arquitectura cliente/servidor. Las capas de negocio y de datos pueden residir en el mismo ordenador, y si el crecimiento de las necesidades lo aconseja se pueden separar en dos o más ordenadores. En el caso de que el tamaño o complejidad de la base de datos aumente, se puede considerar la separación en varios ordenadores los cuales recibirán las peticiones del ordenador en que resida la capa de negocio.

Si por el contrario fuese la complejidad en la capa de negocio lo que obligase a la separación, esta capa de negocio podría residir en uno o más ordenadores que realizarían solicitudes a una única base de datos. En sistemas muy complejos se llega a tener una serie de ordenadores sobre los cuales corre la capa de datos, y otra serie de ordenadores sobre los cuales corre la capa de negocios.

Esta arquitectura se ocupa de la separación lógica de los objetos del sistema, pero no se especifica cómo se distribuirán físicamente.

En una arquitectura de tres niveles, los términos "capas" y "niveles" no significan lo mismo ni siquiera son similares. El término "capa" hace referencia a la forma como una

solución es segmentada desde el punto de vista lógico: presentación/ lógica de negocio/ datos. En cambio, el término "nivel", corresponde a la forma en que las capas lógicas se encuentran distribuidas de forma física. Para ganar en claridad veamos los siguientes ejemplos:

- Una solución de tres capas (presentación, lógica, datos) que residen en un solo ordenador (presentación+lógica+datos). Se dice, que la arquitectura de la solución es de tres capas y *un nivel*.
- Una solución de tres capas (presentación, lógica, datos) que residen en dos ordenadores (presentación+lógica, lógica+datos). Se dice que la arquitectura de la solución es de tres capas y *dos niveles*.
- Una solución de tres capas (presentación, lógica, datos) que residen en tres ordenadores (presentación, lógica, datos). La arquitectura que la define es: solución de tres capas y *tres niveles*.

4.2 Herramientas usadas

Para la implementación del sistema se utilizó CakePHP el cual es un framework para php que permite programar de manera muy rápido evitando escribir código tedioso de tareas muy comunes. Entre sus características más destacadas se encuentran: posee arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC), Helpers para AJAX, Javascript, formularios HTML y más, lista de control de acceso, sanación de datos, componentes para el manejo de la seguridad, sesiones y peticiones, caché flexible, además tiene una comunidad muy activa y una de las principales ventajas es que es software libre.

4.2.1 Modelo Vista Controlador

Modelo Vista Controlador es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de control en tres componentes distintos. El patrón Modelo Vista Controlador se ve frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página, el modelo es el sistema de gestión de base de datos y la lógica de negocio y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la vista.

Descripción del patrón:

- **Modelo:** Esta es la representación específica de la información con la cual el sistema opera. La lógica de datos asegura la integridad de estos y permite derivar nuevos datos.
- **Vista:** Este presenta el modelo en un formato adecuado para interactuar, usualmente la interfaz de usuario.
- **Controlador:** Este responde a eventos, usualmente acciones del usuario e invoca cambios en el modelo y probablemente en la vista.

Muchos sistemas informáticos utilizan un sistema de gestión de base de datos para gestionar los datos. En Modelo Vista Controlador corresponde al modelo.

Aunque se pueden encontrar diferentes implementaciones de Modelo Vista Controlador, el flujo que sigue el control generalmente es el siguiente:

- El usuario interactúa con la interfaz de usuario de alguna forma (por ejemplo, el usuario pulsa un botón, enlace)
- El controlador recibe (por parte de los objetos de la interfaz-vista) la notificación de la acción solicitada por el usuario. El controlador gestiona el evento que llega, frecuentemente a través de un gestor de eventos (handler) o callback.
- El controlador accede al modelo, actualizándolo, posiblemente modificándolo de forma adecuada a la acción solicitada por el usuario. Los controladores complejos están a menudo estructurados usando un patrón de comando que encapsula las acciones y simplifica su extensión.
- El controlador delega a los objetos de la vista la tarea de desplegar la interfaz de usuario. La vista obtiene sus datos del modelo para generar la interfaz apropiada para el usuario donde se refleja los cambios en el modelo. El modelo no debe tener conocimiento directo sobre la vista. Sin embargo, el patrón de observador puede ser utilizado para proveer cierta dirección entre el modelo y la vista, permitiendo al modelo notificar a los interesados de cualquier cambio. Un objeto vista puede registrarse con el modelo y esperar a los cambios, pero aun así el modelo en sí mismo sigue sin saber nada de la vista. El controlador no pasa

objetos de dominio (el modelo) a la vista aunque puede dar la orden a la vista para que se actualice.

- La interfaz de usuario espera nuevas interacciones del usuario, comenzando el ciclo nuevamente.

La figura 4.2 muestra mediante un sencillo diagrama la relación entre el modelo, la vista y el controlador. Las líneas sólidas indican una asociación directa, y las punteadas una indirecta

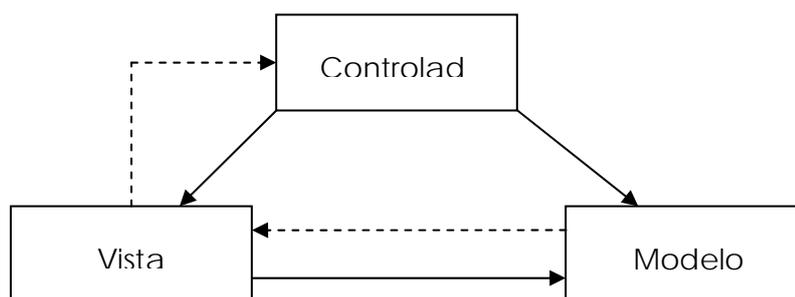


Fig. 4.2. Relación entre el modelo, la vista y el controlador.

4.3 Sistema de información para trasplante renal

4.3.1 Entrada al sistema

El sistema cuenta con una página principal para la validación de usuarios, en la que los clientes deben insertar su nombre de usuario y su contraseña. El menú de la aplicación posee cuatro opciones principales que son: hospital, consulta de progresión, hemodiálisis y trasplante renal.

4.3.2 Pacientes de atención secundaria

La aplicación esta concebida de forma que siempre se muestra primero una información general y después el usuario puede especificar que es lo que desea ver.



Fig. 4.3. Listado general de pacientes del hospital.

Como se puede apreciar en la figura 4.3 se muestra una lista completa de los pacientes del hospital con algunos de sus datos generales. Las posibles acciones a realizar son: adicionar un nuevo paciente, editar uno existente o eliminarlo.



Fig. 4.4. Editar paciente.

Cuando se edita un paciente (Fig. 4.4) aparece un menú que permite gestionar toda la información referente a su historia clínica de atención secundaria, el menú cuenta con:

datos generales, interrogatorios de los diferentes aparatos, exámenes físicos, complementarios y tratamientos a los que es sometido el paciente. Los complementarios se dividen en varios tipos, y se organizaron de forma tal que le es fácil al médico ver el resultado, saber cuál le falta por indicar y ver la evolución de los mismos, las columnas se crean de forma dinámica, o sea, cada vez que se adicione una hoja de laboratorio aparece una nueva columna.

4.3.3 Consulta de progresión

La concepción de consulta de progresión es la misma que la de hospital. Cuando se intenta insertar un nuevo paciente en esta área primeramente se chequea se existe en el listado de pacientes de atención secundaria, de ser así solamente se insertan los datos específicos de dicha consulta y en caso contrario se debe llenar el formulario con todos los datos generales y los específicos también. Cuando se edita un paciente se puede actuar sobre sus datos generales y las diferentes consultas a la que es sometido.

4.3.4 Hemodiálisis

En la opción de hemodiálisis se mantiene la misma estructura. Cuando se edita un paciente se puede acceder a sus datos generales, la vacunación indicada y las consultas mensuales con sus interrogatorios, exámenes físicos, análisis, tratamiento y otros datos significativos de las mismas.

4.3.5 Trasplante

El menú de trasplante renal cuenta con el listado de receptores, donantes potenciales, donantes vivos y trasplantes (Fig. 4.5). En el listado de los receptores se refleja si poseen donantes potenciales ya que es importante para el médico saber de manera inmediata si el enfermo tiene candidatos para realizarse el trasplante con donante vivo asociado.



Fig. 4.5. Listado de receptores.

Con la misma concepción de las otras opciones del menú, al editar un receptor se muestran sus datos generales y las opciones específicas de este tipo de paciente como son sus donantes potenciales, trasplantes realizados y consultas evolutivas a las que debe asistir después de realizada la operación (Fig. 4.6).



Fig. 4.5. Editar receptor.

Durante el proceso de desarrollo del sistema se produjo un constante intercambio entre los usuarios y los creadores de la aplicación. En todo momento se trató de facilitar la labor de los usuarios y tener en cuenta las principales necesidades de los mismos. El diseño se realizó de manera que la navegación es sencilla e intuitiva, de forma que para su uso tan sólo se necesiten conocimientos básicos de computación.

Conclusiones

Este trabajo aborda el modelado de negocio y la captura de los requisitos guiados por reglas de negocio. Se modelan los procesos dentro del área de nefrología identificando un conjunto de reglas asociadas a cada actividad. Se logra además diseñar y construir una base de datos robusta que soporta los requerimientos en el control de los procesos que se llevan a cabo en esta área. Todo esto nos permite el desarrollo de un sistema de información con arquitectura de tres capas y un ambiente web regido por las reglas del negocio para automatizar los diferentes procesos involucrados: consulta de progresión, hemodiálisis ambulatoria y trasplante renal.

Recomendaciones

Para dar continuidad al presente trabajo se recomienda continuar trabajando en función de lograr:

- Implementar un generador de reportes dinámicos, que permita a los especialistas en medicina conformar sus informes de acuerdo a sus necesidades.
- Hacer un ambiente que permita a pacientes y familiares documentarse sobre enfermedades relacionadas con nefrología, cuidados, consultas y otros temas de interés.
- Posibilitar la interconsulta a nivel nacional mediante este sistema.
- Integración del sistema al control intrahospitalario.

Referencias Bibliográficas

- (2000) The Business Rules Group. Defining Business Rules - What Are They Really?
- AEKATERINIDIS, I. & TRIANTAFILLOU, P. (2005) Internet Scale String Attribute Publish/Subscribe Data Networks. *Proceedings of the International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'05)*. Bremen, Germany, ACM.
- AMIR, Y., KIM, Y., NITA-ROTARU, C., SCHULTZ, J. L. & TSUDIK, J. R. S. A. G. (2004) Secure Group Communication Using Robust Contributory Key Agreement. *IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst.*, 15, 468-480.
- AMZA, C., COX, A. L. & ZWAENEPOEL, W. (2003) Distributed Versioning: Consistent Replication for Scaling Back-End Databases of Dynamic Content Web Sites. IN ENDLER, M. & SCHMIDT, D. C. (Eds.) *Proceedings of the International Middleware Conference 2003 ACM/IFIP/USENIX*. Rio de Janeiro, Brazil, Springer.
- AWERBUCH, B., BARTAL, Y. & FIAT, A. (2003) Competitive distributed file allocation. *Inf. Comput.*, 185, 1-40.
- BAILEY, J., BRY, F. & P.-L., P. (2005) Composite event queries for reactivity on the web. *ACM Press*. New York, NY, USA, Special interest tracks and posters of the 14th international conference on World Wide Web.
- BAJEC, M. & MARJAN, K. (2006) Managing business rules in enterprises. *Faculty of Computer and Information Science*, Ljubljana, University of Ljubljana.
- BAJEC, M. K., M. ; RUPNIK, R. (2000) Using Business Rules Technologies To Bridge The Gap Between Business and Business Applications. IN RECHNU, G. E. (Ed. *Proc. of the IFIP 16th World Computer Congress 2000, Information Technology for Business Management*. Peking, China.
- BAJEC, M. K., M. ; RUPNIK, R. (2005) A methodology and tool support for managing business rules in organisations. *Information Systems, Sep 2005*, 30, no. 6, 423-443.
- BARNE, M. & KELLY, D. (1997) Play by the Rules. *Byte (Special Report)*, 22, Nro 6, 98-102.
- BELLATRECHE, L., KARLAPALEM, K. & SIMONET, A. (2000) Algorithms and support for horizontal class partitioning in object-oriented databases. *Distributed and Parallel Databases*, 8, 155-179.
- CERI, S. (1997) Designing Database Applications with Objects and Rules: The IDEA Methodology.
- COCKBURN, A. (1997) Using Goal-Base Use Cased. 10 No. 7, 56-62.
- DAAR, A. (1995) Living-organ donation: time for a donor charte. In: *Terasaki PI, Cecka JM (Eds)*, 376-80.
- DATE, C. J. (2000) What Not How: The Business Rules Approach To Application Development. *Addison Wesley Longman*.
- DELMONICO & AL, E. (2004) A report of the Amsterdam Forum on the care of the live kidney donor: Data and Medical Guidelines. The EthicsCommittee of the Transplantation Society.
- DO PRADO LEITE, J., LEONARDI, M. C. & TEOREY, T. J. (1998) Business rules as organizational policies. *Proc. of Ninth International Workshop on Software Specification and Design*.
- DOBSON, J. (1992.) A Methodology for Managing Organisational Requirements. Newcastle, UK, University of Newcastle upon Tyne.
- FERRAGGINE, V. E. & RIVERO, L. C. (2006) Patrones de Reglas del Negocio para el Enriquecimiento de un MER. *Evento en INTIA*.

- GARCÍA, J., ORTÍN, M. J., MOROS, B., NICOLÁS, J. & TOVAL, A. (2004) De los Procesos del Negocio a los Casos de Uso.
- GOEDERTIER, S. & VANTHIENEN, J. (2006) Rule-based business process modeling and execution. *Department of Decision Sciences & Information Management Naamsestraat 69 - 3000 Leuven*. Leuven, Katholieke Universiteit
- GOTTESDIENER, E. (1997) Business Rules show Power, Promise. 4, No. 3, 36-42.
- HALPIN, T. A. (2000a) A Fact-Oriented Approach to Business Rules. *in ER*, pag 582-583.
- HALPIN, T. A. (2000b) A Fact-Oriented Approach to Business Rules. *ER*, 582-583.
- HAMADI, R. & BENATALLAH, B. (2003) A Petri net-based model for web service composition,. *the Fourteenth Australasian database conference on Database technologies 2003*. Darlinghurst, Australia, Australia, Australian Computer Society.
- HAY, D. (1997) GUIDE Business Rules Project, Fial Report - revision 1.2. *GUIDE International Corporation*.
- HERBST, H. (1995) *A Meta-Model for Business Rules in Systems Analysis*.
- HERNÁNDEZ, P. E., LÓPEZ, J., CRUZ, R. E., PÉREZ, R. A., LÓPEZ, J., BATISTA, R. & HERNÁNDEZ, O. (2003) Protocolo de Trasplante Renal Donador Vivo Relacionado: Hospital Universitario "Arnaldo Milián Castro"
- KELLER, G., NUTTGENS, M. & SCHEER, A. (1992) Semantische Prozessmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK). *Technical Report*. Germany, Institut für Wirtschaftsinformatik Saarbrücken.
- KRISPER, M. B. A. M. (2005) A methodology and tool support for managing business rules in organisations. *Information Systems*, Vol 30, Pag 423-443.
- KUSS, R. & BOURGET, P. (1992) An illustrated historial of organ transplantation. *Special Commemorative Edition by Laboratoires Sandoz*, 18-77.
- LEVEY, A., HOU, S. & BUSH, H. (1986) Kidney transplantation from unrelated living donor: time to reclaim a discarded opportunity. 914-16.
- MARTIN, J. & ODELL, J. (1998) Object-Oriented Methods, A Foundation. Prentice Hall.
- MATAS, A. & NAJARIAN, J. (1994) Kidney transplantation- The living donor. *In: Terasaki PI, Cecka JM (Eds)*, 372-3.
- MEREDITH, L. G. & BJORG, S. (2003) Contracts and types. *Commun. ACM*, 46, no. 10, 41-47.
- MERRILL, J., MURRAY, J. & HARRISON, J. (1956) Successful homotransplantation of humna kidney between identical twins. 160, 277-82.
- MICROSOFT (2003) OWL-S: Semantic Markup for Web Services. Microsoft Press.
- MORIARTY, T. (2000) Business Rule Management Facility: System Architect 2001. *Intelligent Enterprise*, , 3, No. 12.
- PASCUAL, M. & AL, E. (2002) Strategies to improve Long-term outcomes after renal transplantation 580-90.
- REDÍN, A., LARREA, B., OSÉS, B., LINACERO, M. C., BERANTEGUI, M. & LABAIRU, E. (2006) Informatización del protocolo de cuidados del trasplante renal. *Clínica universitaria de Navarra.Pamplona*.
- REYES-ACEVEDO, R. (2005) Ética y trasplante de órganos: búsqueda continua de lo que es aceptable. *Revista de Investigación Clínica*, 57, Núm.2.
- ROSCA, D., GREENSPAN, S., FEBLOWITZ, M. & WILD, C. A. (1997) Decision making methodology in support of the business rules lifecycle. *Proc. of the 3rd IEEE International Symposium on Requirements Engineering*.

- ROSS, R. (1997) The Business Rule Book: Classifying, Defining and Modelling Rules. IN BUSINESS RULE SOLUTIONS, I. (Ed. Second ed. Texas, Huston, Ross Method, version 4.0.
- STRUCK, D. L. (1999) Business Rule Continuous Requirements Environment. *PhD Thesis*. Colorado Springs, Colorado, Colorado Technical University.
- TAVETER, K. (2001) Agent-Oriented Enterprise Modeling Based on Business Rules. 527-540.
- TRONCOSO, P. (2003) Trasplante Renal. *Pontificia Universidad católica de Chile*.
- VAN DER AALST, W. M. P., TER HOFSTEDE, A. H. M., KIEPUSZEWSKI, B. & BARROS, A. P. (2003) Workflow Patterns. *Distrib. Parallel Databases*, 14, no. 1, 5-51.
- WAGNER, G. (2003) The agent-object-relationship metamodel: towards a unified view of state and behavior. *Inf. Syst.*, Vol 28(5), Pag 475–504. .
- YOUDEOWEI, A. (1997) The B-Rule Methodology: A Business Rule Approach to Information Systems Development. *Department of Computation UMIST*, . Manchester, United Kingdom.

Anexos**A. Reglas del negocio en español.**

1. Las patologías de las vías urinarias bajas pueden contribuir a causa de no aptitud para recibir un trasplante renal.
2. Las patologías del T.U inferior no son motivo excluyente del trasplante renal.
3. No hay criterios definidos nacionalmente de como valorar a estos pacientes.
4. Debemos definir cuando indicar una cistografía y con que periodicidad.
5. El tener a gran cantidad de pacientes añosos en el Plan de Crónicos requiere de algunas conductas previas.
6. Algunas patologías requieren de conductas quirúrgicas pretrasplante
7. Patologías más frecuente encontradas en el tracto urinario inferior:
 - a. Congénitas
 - i. Vejiga neurógena con mielomeningocele
 - ii. Enfermedad del cuello vesical
 - iii. Valva de uretra posterior y estenosis uretrales.
 - b. Adquiridas:
 - i. Vejiga neurógenas traumática o por
 - ii. enfermedades inflamatorias o degenerativas
 - iii. Fibrosis vesicales por TB o cistopatías intersticiales
 - iv. Patologías prostáticas.
8. Se considera pacientes de bajo riesgo aquellos que:
 - a. No antecedentes o síntomas de enfermedad urológicas.
 - b. US . anual sin alteración urológica
 - c. Mantiene volumen urinario adecuado
 - d. Cistometría anual con capacidad de > 150 ml
 - e. Cistografía normal
9. Se considera pacientes de alto riesgo aquellos que:
 - a. Antecedentes o síntomas de enfermedades urológicas.
 - b. US con alteraciones urológicas.
 - c. No maneja volumen urinario.
 - d. Evidencia cistográfica de patologías.
10. La búsqueda rutinaria de anomalías anatómicas no esta justificada.
11. Se propone a los pacientes de trasplante:

-
- a. Ecografía a todos los pacientes.
 - b. Cistografía retrógrada y miccional si sospecha.
 - c. clínica de anomalías anatómica.
 - d. Hombres > 50 años PSA y TR
 - e. Vejiga neurógena debe ser evaluado con
 - f. estudio urodinámico
12. Cualquier cirugía dirigida a corrección de alteración anatómica (como neo vejiga) hacerse antes del trasplante.
13. Las derivaciones urinarias se consideran como:
- a. No continentes
 - i. Ureterostomía cutánea
 - ii. Transuretero-ureterostomía
 - iii. Uretero ileostomia
 - iv. Cistostomía
 - b. Continentes
 - i. Bolsa de Kock
 - ii. Bolsa de Mainz
 - c. Plásticas vesicales
 - i. Utilizando colon
 - ii. Utilizando ILEO
14. Es necesario precisar el tipo de uropatía para determinar su posible resolución.
15. La búsqueda rutinaria de anomalías anatómicas no esta justificada.
16. La ecografía en un estudio importante de bajo costo no invasivo y que puede repetirse cuantas veces sea necesario.
17. La cistografía debe realizarse en los casos que se justifique
18. A los varones de > 50 años se les debe realizar T.R y PSA.
19. Para la asignación de órganos y tejidos de donador no vivo, se tomará en cuenta:
- a. la gravedad del receptor.
 - b. la oportunidad del trasplante,
 - c. los beneficios esperados,
 - d. la compatibilidad con el receptor.
 - e. demás criterios médicos aceptados.
20. Los candidatos a recibir un trasplante deberán reunir los requisitos siguientes:

-
- a. Tener un padecimiento que pueda tratarse de manera eficaz por medio del trasplante.
 - b. No presentar otras enfermedades que pudieran interferir con el trasplante.
 - c. Tener una condición física y mental que permita suponer que tolerarán el trasplante y su evolución.
 - d. Ser compatibles con el donador del órgano.
 - e. No estar embarazada, comprobado por pruebas de laboratorio, en su caso expresar su voluntad por escrito.
21. Los candidatos a recibir un trasplante deberán reunir los requisitos siguientes:
- a. Tener un padecimiento que pueda tratarse de manera eficaz por medio del trasplante.
 - b. No presentar otras enfermedades que pudieran interferir con el trasplante.
 - c. Tener una condición física y mental que permita suponer que tolerarán el trasplante y su evolución.
 - d. Ser compatibles con el donador del órgano de conformidad con lo que establezcan las normas.
 - e. No estar embarazada, comprobado por pruebas de laboratorio, en su caso
 - f. Expresar su voluntad por escrito.
22. Al ingreso de todo paciente que va a ser trasplantado, la enfermera comprobará que al paciente se le han realizado todas las pruebas establecidas en el protocolo “Receptor renal”
23. El protocolo “Receptor renal” que incluye analítica en:
- a. sangre y orina,
 - b. pruebas radiológicas,
 - c. reserva de hemoderivados,
 - d. serologías,
 - e. cross - match.
24. Para el Receptor renal se planifican los cuidados preoperatorios.
25. El paciente será valorado por el urólogo, nefrólogo y anestesista.
26. Una vez realizada la cirugía, el paciente es trasladado a la Unidad de Cuidados Intensivos donde permanecerá ingresado durante aproximadamente 48 horas.
27. La muerte cerebral se presenta cuando existen los siguientes signos:
- a. Pérdida permanente e irreversible de conciencia.
 - b. Perdida de respuesta a estímulos sensoriales.

- c. Ausencia de automatismo respiratorio.
 - d. Evidencia de daño irreversible del tallo cerebral, manifestado por arreflexia pupilar, ausencia de movimientos oculares en pruebas vestibulares y ausencia de respuesta a estímulos nociceptivos.
28. Se entiende por daño irreversible del tallo cerebral cuando se manifiesta:
- a. arreflexia pupilar,
 - b. ausencia de movimientos oculares en pruebas vestibulares,
 - c. ausencia de respuesta a estímulos nociceptivos.
29. Si un paciente en consulta de progresión su $FGT \leq 15$ entonces se encuentra en estadio V.
30. Si un paciente en consulta de progresión su $16 \leq FGT \leq 30$ entonces el paciente está en estadio IV.
31. Si $31 \leq FGT \leq 60$ entonces el paciente está en estadio III.
32. Si $61 \leq FGT \leq 80$ entonces el paciente está en estadio II.
33. Si $81 \leq FGT \leq 120$ entonces el paciente está en estadio I.
34. Si paciente está en estadio I 'o II se reorienta a su área de salud.
35. Si paciente está en estadio III 'o IV se atiende en consulta de progresión.
36. Si paciente está en estadio V se remite a métodos sustitutivos.
37. Si $IMC < 18$ el paciente es delgado.
38. Si $18 \leq IMC \leq 25$ el paciente es normal.
39. Si $26 \leq IMC \leq 35$ el paciente es sobrepeso.
40. Si $IMC > 36$ el paciente es obeso.
41. En hemodiálisis si el paciente no tiene vacunación entonces comenzar vacunación.
42. Si el paciente tiene vacunación incompleta entonces continuar vacunación.
43. Si el paciente tiene vacunación completa entonces comenzar dosis de refuerzo.
44. Si el paciente es positivo a HVC entonces comenzar vacunación.
45. Si el paciente es positivo al AgHBs entonces no realizar vacunación.
46. La Valoración Subjetiva del estado nutricional(VSEN) de un paciente se da en una escala del 1-7.
47. Si pérdida de peso es ausente la VSEN (Valoración Subjetiva del estado nutricional) es de 7ptos.
48. Si pérdida de peso es de 1-2% la VSEN es de 6ptos.
49. Si pérdida de peso es de 3-4% la VSEN es de 5ptos.

50. Si pérdida de peso es de 5-10% la VSEN es de 4-3ptos.

51. Si pérdida de peso es >10% la VSEN es de 1-2ptos.

52. Para realizar la VSEN se tiene en cuenta:

Perdida de peso

Anorexia

Grasa muscular

Masa muscular

TCS

53. Cuando existe anemia las vías para administrar la EPO-rHU son la subcutánea y la intravenosa.

54. La dosis inicial de EPO-rHU es de 25 – 30 U/kg, 3 veces por semana.

55. Existen 2 fases del tratamiento con EPO-rHU: la fase inicial o de ajuste de dosis y la fase de mantenimiento.

B. Reglas del negocio en inglés.

56. In any type of transplant, the blood group of the donor must be compatible with the blood group of the recipient.
57. If the donor's blood group is compatible with the recipient's, a second blood test called tissue typing is done.
58. The second blood test will determine if the donor and recipient have the genetic similarities to ensure the greatest chance of a successful transplant.
59. Before any transplant, some of your blood and some of the donor's blood are mixed together.
60. Your old kidneys are not removed unless they are so large there is no room for the new kidney, or they are chronically infected.
61. Kidney transplant - Limitations:
 - Use of anti-rejection medications (which may have side effects) for as long as you have the transplanted kidney
 - Uncertainty about rejection
 - Increased possibility of infection
 - Increased possibility of certain types of cancer
62. Kidney transplant – Strengths:
 - Frees you from dialysis
 - Allows you a greater variety of food choices
 - Increased energy
 - Lets you return to a more normal lifestyle
63. Factors that can affect a person's suitability for a transplant:
 - General health
 - History of heart disease
 - History of blood circulation problems
 - History of cancer
 - Emotional/psychological factors
 - Evidence that a person does not or will not comply with medical treatment
 - Obesity
64. Tests performed to be sure donors are healthy:
65. Complete medical history and physical examination

66. Chest X-ray
67. ECG (electrocardiogram)
68. Blood and urine tests
69. Kidney ultrasound
70. Kidney angiogram
71. Psychological interview
72. The team may include nephrologist, transplant surgeon, clinical nurse specialist, nurse practitioner, social worker, and transplant coordinator.
73. The donor may be admitted to hospital a day before the transplant to allow time for some final tests.
74. While you are on the transplant waiting list, a sample of your blood is periodically collected to determine the level of cytotoxic antibodies.
75. These level of the cytotoxic antibodies can change over time and affect the ability to receive a transplant.
76. The transplant operation usually takes two to four hours.
77. The new kidney and ureter are placed in the lower abdomen near the groin.
78. The new kidney and ureter are attached to your blood vessels and bladder.
79. A catheter is placed in the bladder for a few days to drain the urine made by the new kidney.
80. A drainage tube is sometimes placed near the transplanted kidney to remove fluids that build up.
81. In some cases, you may need dialysis following the transplant until the new kidney starts to work.
82. the old kidneys are not removed unless they are so large there is no room for the new kidney, or they are chronically infected.
83. After the transplant, many tests are done to make sure your new kidney is working properly and to watch for any signs of rejection.
84. Blood samples are drawn regularly to assess how well the kidney is functioning and the effects of the medication.
85. The ultrasound test uses sound waves to show the size of the kidney, blood flow within the kidney, and whether there are any blockages.
86. The renal Scan consist in:
 - a. A substance is injected into your bloodstream where it flows into your kidney.

-
- b. The substance is detected by a scanner which shows how well the transplanted kidney is doing.
87. The renal Scan test may be repeated later to check for any change in kidney function.
88. The Biopsy consist in:
- a. Under local anesthetic,
 - b. often with the help of an ultrasound machine, doctors remove a small piece of kidney tissue with a needle
 - c. They then examine the tissue under a microscope to see exactly what is happening within the kidney.
89. The Fine Needle Aspiration consist in:
- a. a fine needle is inserted into the transplanted kidney and a small amount of fluid is removed.
 - b. The fluid contains kidney cells which are examined under a microscope for signs of rejection.
90. Signs of rejection:
- a. Decrease in urine output
 - b. Increased ankle swelling
 - c. Pain over the transplant area
 - d. Fever
 - e. General feeling of being unwell
 - f. Increase in creatinine level
91. If you experience any of the signs of rejection, tell your doctor immediately.
92. Rejection can occur at any time after the transplant,
93. Rejection is more common in the early months.
94. Rejection is usually discovered by routine blood tests
95. Rejection is treated immediately with special short-term medications.
96. Cadaveric transplants have an 80 to 85% success rate for the first year.
97. Living donor transplants have a 90 to 95% success rate.
98. If the transplant stops working, you will be able to go back on dialysis.
99. The transplanted kidney may not be removed.
100. Recommended activities after a transplant:
- a. Walking
 - b. Swimming

-
- c. Tennis
 - d. Bicycling
101. Recommendations for good health:
- a. Here are some general recommendations for good health after a transplant.
 - b. Wear a Medic Alert bracelet which identifies you as the recipient of a kidney transplant.
 - c. Wear a seat belt when travelling in a car.
 - d. Avoid prolonged exposure to the sun—anti-rejection medications can make your skin more susceptible to sun damage and skin cancer. If you do spend time in the sun, apply a good sunscreen first, preferably one labeled SPF 15 or more.
 - e. Report fevers, sore throat, cold, flu, or unusual bleeding to your doctor.
 - f. Avoid over-the-counter medications or herbal remedies – many contain substances which can harm your new kidney or which might interfere with other medications you are taking.
 - g. Please inform your transplant team or pharmacist of any medications prescribed by other doctors.
102. A person receiving a transplant usually receives only one kidney,
103. In rare situations, he/she may receive two kidneys from a deceased donor.
104. In most cases, the diseased kidneys are left in place during the transplant procedure.
105. The transplanted kidney is implanted in the lower abdomen on the front side of the body.
106. The kidney diseases for which transplants are done include the following conditions:
- a. congenital renal obstructive disorders leading to hydronephrosis, including the following:
 - i. ureteropelvic junction obstruction
 - ii. vesicoureteral reflux
 - iii. posterior urethral valves
 - iv. prune belly syndrome
 - v. megaureter
 - b. congenital nephrotic syndrome

-
- c. Alport syndrome
 - d. nephropathic and juvenile cystinosis
 - e. polycystic kidney disease
 - f. nail-patella syndrome
 - g. glomerulonephritis
 - h. Berger disease
 - i. Henoch-Schönlein purpura
 - j. hemolytic uremic syndrome
 - k. Wegener granulomatosis
 - l. Goodpasture syndrome
107. An extensive evaluation must be completed before you can be placed on the transplant list. Testing includes:
- a. blood tests
 - b. diagnostic tests
 - c. psychological and social evaluation
108. Blood tests are done to gather information:
- a. blood chemistries - these may include serum creatinine, electrolytes (such as sodium and potassium), cholesterol, and liver function tests.
 - b. clotting studies, such as prothrombin time (PT) and partial thromboplastin time (PTT) - tests that measure the time it takes for blood to clot.
109. Other blood tests will help improve the chances that the donor organ will not be rejected:
- a. Your blood type
Each person has a specific blood type: type A+, A-, B+, B-, AB+, AB-, O+, or O-. When receiving a transfusion, the blood received must be a compatible type with your own, or an allergic reaction will occur. The same allergic reaction will occur if the blood contained within a donor organ enters your body during a transplant. Allergic reactions can be avoided by matching the blood types of you and the donor.
 - b. Human leukocyte antigens (HLA) and panel reactive antibody (PRA)
These tests help determine the likelihood of success of an organ transplant by checking for antibodies in your blood. Antibodies are made by the body's immune system in reaction to a foreign substance, such as

a blood transfusion or a virus. Antibodies in the bloodstream will try to attack transplanted organs. Therefore, persons who receive a transplant will take medications that decrease this immune response. The higher your PRA, the more likely that an organ will be rejected.

c. Viral studies

These tests determine if you have viruses that may increase the likelihood of rejecting the donor organ, such as cytomegalovirus (CMV).

110. other tests that may be performed, although many of the tests are decided on an individual basis:

- a. Renal ultrasound - a non-invasive test in which a transducer is passed over the kidney producing sound waves which bounce off of the kidney, transmitting a picture of the organ on a video screen. The test is used to determine the size and shape of the kidney, and to detect a mass, kidney stone, cyst, or other obstruction or abnormalities.
- b. Kidney biopsy - a procedure in which tissue samples are removed (with a needle or during surgery) from the kidney for examination under a microscope; to determine if cancer or other abnormal cells are present.
- c. intravenous pyelogram (IVP) - a series of x-rays of the kidney, ureters, and bladder with the injection of a contrast dye into the vein - to detect tumors, abnormalities, kidney stones, or any obstructions, and to assess renal blood flow.