



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**SISTEMA EXPERTO PARA IDENTIFICAR RESTOS HUMANOS,  
CAUSAS DE MUERTE Y POSIBLES TRAUMAS APLICADO A LA  
ANTROPOLOGÍA FORENSE**

**César Omar Benítez Rojas**  
Asesorado por el Ing. Edward Mauricio Ayau

Guatemala, febrero de 2008



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA EXPERTO PARA IDENTIFICAR RESTOS HUMANOS,  
CAUSAS DE MUERTE Y POSIBLES TRAUMAS APLICADO A LA  
ANTROPOLOGÍA FORENSE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**CESAR OMAR BENITEZ ROJAS**

ASESORADO POR EL INGENIERO EDWARD MAURICIO AYAU

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Virginia Victoria Tala Ayerdi
EXAMINADOR	Ing. Freiry Javier Gramajo López
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Fernández Cáceres
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **SISTEMA EXPERTO PARA IDENTIFICAR RESTOS HUMANOS, CAUSAS DE MUERTE Y POSIBLES TRAUMAS APLICADO A LA ANTROPOLOGÍA FORENSE,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, en febrero de 2005.

César Omar Benítez Rojas

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **DIOS**

Por ser mi guía y protector, por permitirme vivir. Esperanza mía, y castillo mío; Mi Dios, en quien confiaré. Salmo 91:2.

### **MIS PADRES**

Otoniel Benítez, gracias padre mió por todo el apoyo que siempre me has brindado, el cariño, tus sabios consejos, por estar siempre ahí cuando te necesito. Elvia de Benítez, por ser la mujer más especial en mi vida, que siempre haz confiado en mí, para ti mamá es este triunfo.

### **MI ESPOSA**

Eva, por recorrer al lado mío este camino, por motivarme a seguir adelante, porque has sido mi compañera de charlas, silencios, de lágrimas y alegrías, a ti mi amor Te Amo.

### **MIS HIJOS**

César Estuardo, por ser tú el ángel que me dio la fuerza para seguir adelante para no detenerme a mitad del camino, sin ti jamás lo hubiera logrado, Sofía Mishelle, mi pequeña princesa, que tan dulcemente alegras mi vida.

### **MIS HERMANOS**

Mayra y Josué, por ser un ejemplo a seguir y creer en mí al alcanzar esta meta.

### **MI FAMILIA Y AMIGOS**

Jorge Luis, Abuela Sofía, José y Lázaro desde el Cielo, especialmente a Esperanza Cabrera, Eva Coronado, Douglas Juárez, Jorge Tobar.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XVII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....</b>	<b>1</b>
1.1 Inteligencia artificial .....	1
1.2 Entidades inteligentes .....	1
1.3 Metodologías de la inteligencia artificial .....	2
1.4 Inteligencia artificial débil y fuerte.....	2
1.5 Ciencias en que se basa la inteligencia artificial .....	3
1.6 Representando el conocimiento .....	4
1.7 Representación basada en los sistemas de producción .....	7
1.8 Redes semánticas.....	7
1.9 Marcos.....	8
1.9.1 Marcos y sus propiedades.....	8
1.10 Otros sistemas de representación.....	9
1.10.1 Guiones .....	9
1.10.2 Razonamiento con Incertidumbre.....	10
<b>2. SISTEMAS EXPERTOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 Introducción.....	11
2.2 Otros conceptos sobre sistemas expertos.....	11
2.3 Aplicaciones reales de un sistema experto .....	12

2.4 Meta reglas.....	13
2.5 Arquitectura de los sistemas expertos.....	13
2.5.1 La base de conocimientos.....	15
2.5.2 Mecanismo de inferencia.....	17
2.5.3 Componente explicativo .....	17
2.5.4 La interfaz con el usuario .....	17
2.5.5 Componente de adquisición .....	18
2.6 Implementación de un sistema experto	18
2.7 Áreas de implementación de los sistemas expertos.....	19
2.8 Metodologías de desarrollo .....	20
2.8.1 Tipos de metodologías .....	20
2.8.1.1 Metodología de Buchanan.....	21
2.8.1.2 Metodología propuesta.....	22
<b>3. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO .....</b>	<b>25</b>
3.1 Definición general del sistema experto.....	25
3.2 Límites y alcances .....	25
3.3 Ámbito .....	26
3.4 Dominio del sistema experto en antropología forense .....	27
3.4.1 Definición.....	27
3.4.2 Aplicación del sistema experto .....	27
3.5 Procesos Fundación de Antropología Forense de Guatemala .....	36
3.5.1 Qué es la FAFG.....	36
3.5.2 Qué hace la FAFG.....	37
3.6 Proceso de adquisición del conocimiento.....	42
3.6.1 Descripción del proceso de adquisición de conocimiento .....	43
3.6.2 Sesiones de adquisición, primeras reuniones .....	45
<b>4. PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN .....</b>	<b>67</b>
4.1. Análisis y síntesis para la conceptualización.....	67



4.2. Análisis del conocimiento .....	68
4.2.1 Paso 1: Identificación y categorización de conceptos.....	69
4.2.2 Diccionario de conceptos.....	70
4.2.3 Tabla concepto atributo valor.....	72
4.2.4 Paso 2: Identificación de la relación entre conceptos .....	73
4.2.5 Paso 3: Identificación de los conocimientos estratégicos .....	76
4.2.6 Paso 4: Identificación de los conocimientos tácticos .....	78
4.2.6.1 Seudo reglas.....	78
4.2.7 Paso 5: Identificación de los conocimientos fácticos .....	82
4.3. Síntesis de conocimientos.....	84
4.3.1 Modelo de procesos dinámico y estático.....	84
4.3.1.1 Modelo de procesos estático .....	87
4.4. Formalización del conocimiento .....	87
4.4.1 Reglas de producción.....	88
4.4.2 Marcos.....	88
4.4.3 Marcos clase .....	89
<b>5. DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO.....</b>	<b>91</b>
5.1. Terminología empleada en EHSIS, conceptos generales .....	91
5.2. Representación del conocimiento .....	93
5.2.1 Reglas y conocimiento heurístico.....	93
5.3. El lenguaje orientado a objetos .....	94
5.4. Estrategias para la resolución de conflictos .....	95
5.5. Manejo de reglas en EHSIS .....	95
5.6. Funcionamiento general del sistema experto .....	100
5.6.1 Módulo de antropología social.....	101
5.6.2 Módulo de antropología forense.....	105
5.6.2.1 Determinación de edad.....	105
5.6.2.2 Determinación de sexo .....	105
5.6.3 Determinación de estatura .....	109

5.6.4 Identificación de individuos.....	109
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>111</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>113</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>115</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>117</b>
<b>APÉNDICE .....</b>	<b>119</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Ejemplo de marcos .....	9
2	Esquema de componentes de un sistema experto. ....	19
3	Proceso de análisis y síntesis de conceptualización.....	68
4	Diagrama modelo entidad relación. ....	74
5	Diagrama modelo entidad relación. ....	75
6	Pasos modulares de las tareas del experto. ....	77
7	Diagrama funcionamiento general del sistema experto. ....	101
8	Despliegue en pantalla de la ventana principal sistema experto .....	119
9	Despliegue en pantalla ingreso de casos al sistema experto. ....	120
10	Despliegue en pantalla ingreso de casos al sistema experto.....	121
11	Opciones principales de la ventana ingreso de casos. ....	121
12	Despliegue en pantalla ingreso entrevistas ante mortem .....	122
13	Despliegue en pantalla entrevistas ante mortem. ....	123
14	Despliegue en pantalla ventana datos personales.....	124
15	Despliegue en pantalla ingreso discapacidades. ....	125
16	Despliegue en pantalla generación base de conocimientos. ....	126
17	Despliegue en pantalla ventana menú reportes.....	127
18	Despliegue en pantalla selección caso para reporte.....	128
19	Despliegue en pantalla reporte casos analizados.....	128
20	Despliegue en pantalla ventana reporte casos trabajados. ....	129
21	Despliegue en pantalla reporte osamentas analizadas.....	130
22	Despliegue en pantalla menú antropología forense.....	131
23	Despliegue en pantalla opciones cargas base de conocimientos. ....	132
24	Despliegue en pantalla selección archivo. ....	132
25	Despliegue en pantalla identificación individuos.....	133
26	Despliegue en pantalla estimar edad osamenta. ....	135

27	Despliegue en pantalla estimar sexo osamenta.....	136
28	Despliegue en pantalla ventana estimar estatura osamenta. ....	137
30	Arquitectura general del sistema experto.....	139
31	Diagrama estructura del sistema experto.....	141
32	Diagrama de la carga de la base de conocimientos. ....	144
33	Diagrama entidad-relación del sistema en general.....	146
34	Diagrama Módulo Antropología Forense .....	152

## TABLAS

I	Descripción sobre determinación de sexo en pelvis .....	32
II	Descripción sobre determinación de sexo en cráneo. ....	33
III	Representación del concepto Caso FAFG.....	70
IV	Representación del concepto datos de antropología social.....	70
V	Representación del concepto datos de antropología forense.....	71
VI	Representación del concepto entrevistas ante mortem adultos. ....	71
VII	Representación del concepto entrevistas datos personales.....	71
VIII	Representación del concepto estimación sexo osamenta.....	72
XIX	Modelo de la forma como determinar las reglas. ....	78
X	Regla para determinar la edad por sínfisis púbica en estado 1.....	80
XI	Regla para determinar la edad por sínfisis púbica en estado 2.....	81
XII	Regla para determinar la edad por sínfisis púbica en estado 3.....	81
XIII	Definición concepto fáctico estimación de sexo cintura pélvica.....	82
XIV	Definición concepto fáctico estimación de sexo cráneo.....	83
XV	Definición concepto fáctico numero de osamenta.....	84
XVI	Definición tarea determinar rango de edad. ....	85
XVII	Definición tarea identificar osamentas.....	85
XVIII	Definición tarea identificar osamenta en base a la edad.....	86

XIX	Conceptos que intervienen en un proceso de identificación. ....	87
XX	Marco clase persona. ....	89
XXI	Marco edad. ....	90
XXII	Marco estatura. ....	90
XXV	Información necesaria estimar sexo por cintura pélvica. ....	106
XXVI	Información necesaria estimar sexo por cráneo. ....	107
XXVII	Información necesaria estimar sexo por Phenice 1969. ....	107
XXVIII	Información necesaria estimar sexo por mandíbula. ....	108
XXIX	Descripción entidad caso FAFG. ....	147
XXX	Descripción entidad departamento. ....	147
XXXI	Descripción entidad municipio. ....	148
XXXII.	Descripción entidad entrevista. ....	148
XXXIII	Descripción entidad osamenta. ....	149
XXXIV	Descripción entidad identificación. ....	150



## **GLOSARIO**

<b>Ángulo subpúbico</b>	Ángulo de hueso formado en el arco púbico.
<b>Antropología</b>	Ciencia que se encarga del estudio del hombre.
<b>Antropología social</b>	Es una especialidad de la Antropología General que basa su estudio en el conocimiento del hombre por medio de sus costumbres, relaciones parentales y estructuras políticas y económicas.
<b>Antropología forense</b>	Se encarga de la identificación de restos humanos esqueletizados.
<b>Arqueología</b>	Ciencia que estudia las sociedades a través de sus restos materiales.
<b>Base de conocimientos</b>	Base de datos que contiene conocimiento modelado extraído del diálogo con el experto.
<b>Base de hechos</b>	Base de datos que contiene los hechos o situaciones sobre un problema que se ha descubierto durante un análisis.

<b>Cintura pélvica</b>	Región anatómica más inferior del tronco conocido como pelvis.
<b>Clavícula medial</b>	Tipo de cintura de los miembros pelvianos.
<b>Cresta iliaca anterior</b>	Marca el surco superior de las alas del ilion.
<b>Edad biológica</b>	Edad de un individuo que tiene en cuenta los cambios físicos y biológicos que se van produciendo en las estructuras celulares, de tejidos, órganos y sus sistemas.
<b>Entrevista ante mortem</b>	Entrevistas realizadas a familiares de un individuo antes de su muerte.
<b>Experto</b>	Persona que posee el conocimiento de un área específica.
<b>Fusión de epífisis</b>	Fusión de cada uno de los huesos largo, formada por un hueso esponjoso en el centro, en su periferia tiene una capa delgada de hueso compacto.
<b>Motor de inferencia</b>	Modela el proceso de razonamiento humano.
<b>Osteología</b>	Rama de la anatomía descriptiva que trata del estudio científico del sistema óseo y de los huesos.



<b>Patología</b>	Parte de la medicina encargada del estudio de las enfermedades.
<b>Rasgos físicos</b>	Medidas y características físicas de una persona.
<b>Reglas</b>	Conjunto de acciones que se ejecutan al darse un evento o un suceso.
<b>Segmento de sacro</b>	Parte de la columna vertebral situada entre las vértebras lumbares y la estructura del coxis.
<b>Sínfisis púbica</b>	Rasgo anatómico, con conexión entre las dos partes del pubis.
<b>Superficie auricular</b>	Representa el área del hueso subcondral que forma la porción ilíaca de la articulación sacro-ilíaca. No se tiene en cuenta la porción sacra de la misma articulación.
<b>Taxonomía</b>	Ciencia de la clasificación de los seres vivos que tiene por objeto el establecimiento de grupos o categorías (taxones), en las que se reúnen organismos afines y semejantes.
<b>Trauma ante mortem</b>	Heridas, golpes, infecciones en un individuo antes de su muerte.



## RESUMEN

El conocimiento humano resulta muy difícil de estructurarlo y representarlo, para ello se necesita de un sistema capaz que permita interpretar el conocimiento, con un sistema experto es posible llegar a obtener soluciones a problemas de la misma forma en que lo harían un conjunto de expertos, ya que se tienen estructurado el conocimiento.

El sistema experto desarrollado es una herramienta de ayuda a la antropología forense, estableciendo el perfil biológico de una osamenta (restos humanos), determinando la edad, sexo y estatura, axial como elementos identificados propios de cada individuo, logrando así, una identificación sobre que persona se trataba, similar a las comparaciones e identificaciones que lograría un experto en la antropología forense. El sistema experto esta dividido en dos áreas de interés, antropología social y antropología forense, en el área de antropología social se ingresa información de datos ante mortem (antes de muerte) de la persona, logrado a través de entrevistas a los familiares del individuo, que luego serán tratados como información para establecer una identificación de la osamenta. En el área de antropología forense analizada normalmente en laboratorios, se establece el perfil biológico de una osamenta, identificando el sexo, la edad y la estatura en base a comparaciones que el experto toma sobre los distintos huesos presentes y longitud de los mismos para así aplicar el conocimiento propio e individual.

Con el desarrollo del sistema experto se pretende guardar la esencia de los problemas que se intentan resolver, así como aplicar los conocimientos de un experto para obtener una solución.



# OBJETIVOS

## General

Analizar, desarrollar e implementar un sistema experto aplicado a la antropología forense que permita identificar restos humanos, traumas y/o lesiones sufridas, así como sus causas de muerte, estableciendo el perfil biológico cada resto humano analizado como el sexo, la edad y la estatura.

## Específicos

1. Diseñar una base de conocimientos que permita estructurar el conocimiento del experto humano.
2. Determinar los procesos que son seguidos por los antropólogos forenses, para establecer el perfil biológico de una persona y así obtener el conocimiento que alimentará al sistema experto.
3. Contribuir al aumento y mejora de la información actual, para llevar a cabo el análisis de restos humanos por los expertos en antropología.
4. Facilitar y mejorar la forma actual de identificación de individuos, por parte de los expertos en antropología forense.



## INTRODUCCIÓN

La actividad que desarrollan los expertos en el área de antropología se dividen en dos áreas, trabajo realizado en campo y en laboratorio. Es en el laboratorio donde se hace la recuperación de restos óseos humanos, recuperando toda evidencia, para lograr la identificación de los individuos localizados en fosas, las causas de muerte, otros aspectos como edad, sexo, estatura. Para lograr identificar a una persona es necesario contar con información que es recopilada por antropólogos sociales por medio de entrevistas ante mortem.

Se necesita del conocimiento del experto en este caso de un antropólogo forense para establecer el perfil biológico de una osamenta, para determinar el sexo analizando a nivel microscópico la morfología de los huesos como pelvis, cráneo y mandíbula. A través del conocimiento del experto se determina también la estatura, mediante la medición de huesos largos, fémur, combinación de mediciones entre huesos largos y vértebras lumbares, también es posible determinar la edad mediante el análisis en los huesos como fusión de epífisis.

No sólo es necesario contar con el conocimiento del experto sino estructurarlo siguiendo una metodología para desarrollo de sistemas expertos que nos permite crear un sistema capaz de inferir sobre los hechos y por su propio medio en base a un motor de inferencia aplicar el conocimiento dado como si fuera el propio experto, para determinar por ejemplo un rango de edad, un rango de estatura o el sexo de una osamenta, únicamente tomando como en base información dada por el usuario, longitud de huesos, tipo de hueso analizado.

# 1. INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## 1.1 Inteligencia artificial

“La Inteligencia Artificial comenzó como resultado de la investigación en psicología cognitiva y lógica matemática. Se ha enfocado sobre la explicación del trabajo mental y construcción de algoritmos de solución a problemas de propósito general”<sup>1</sup>.

En la actualidad para el manejo de información y procesamiento de datos existen sistemas de administración de base de datos cada vez más sofisticados, que permiten el almacenamiento de información, modificación y eliminación de datos, así mismo existen máquinas capaces de realizar tareas humanas, todo estos son conceptos que permiten dar un ámbito al término de Inteligencia Artificial. La IA es la rama de la ciencia de la computación que centra sus esfuerzos en el desarrollo y programación de sistemas inteligentes.

## 1.2 Entidades inteligentes

Actualmente, existen varias interrogantes al concepto de Inteligencia Artificial, algunas que tratan de obtener respuestas en cuanto la afirmación de que el objetivo de la IA es la consecución de sistemas o entidades inteligentes, ya que una entidad es considerada inteligente media vez se comporte de forma inteligente, o de alguna forma razonar de forma inteligente.



Se dice entonces que la IA es la rama de la ciencia de la computación que estudia la resolución de problemas no algorítmicos, mediante el uso de cualquier técnica de computación disponible, sin tomar en cuenta métodos de razonamiento que se apliquen para obtener la solución.

### 1.3 Metodologías de la inteligencia artificial

En la inteligencia artificial se encuentran varias áreas de desarrollo como robótica, procesos de automatización, traductores, reconocedor de imágenes, de palabras y sistemas expertos. Para cada una de las áreas de desarrollo en la inteligencia artificial se pueden implementar diferentes metodologías como lo es la lógica difusa, redes neuronales, uso de símbolos, razonamientos basados en conocimiento. En la lógica difusa, se toman decisiones sobre un grupo de incertezas, que a diferencia de las redes neuronales se encargan del reconocer patrones y darles un clasificación y estructura. Uno de las metodologías que se implementan con gran éxito es la de los sistemas basados en conocimiento, que incluye el desarrollo de programas que incorporan conocimiento del mundo real y del área de desarrollo y conocimiento en que estos se lleven a cabo.

“Formas de considerar situaciones complejas son: Deducción, que permite obtener conclusiones de reglas cuyas premisas hemos comprobado e Inducción que produce reglas a partir de observaciones parciales” <sup>1</sup>.

### 1.4 Inteligencia artificial débil y fuerte

Han existido dos áreas que separan a la definición de inteligencia artificial, la débil y la fuerte, los que apoyan a la inteligencia artificial débil establecen que “sus modelos son solamente representaciones simbólicas de los síntomas biológicos naturales” <sup>1</sup>.

Además establecen que los sistemas de cómputo y máquinas de cómputo no pueden tener un pensamiento por si solo y tampoco pueden pensar como humanos, a diferencia de la otra postura que apoya que en la inteligencia artificial fuerte, los sistemas son capaces de tener pensamiento similar al de un humano y se dice que “se puede crear vida autentica a partir de un programa de ordenador que reproduzca las características básicas de los vivos”<sup>1</sup>.

### 1.5 Ciencias en que se basa la inteligencia artificial

Existen varias ciencias que sirven de base para entender la inteligencia artificial y del porque de su existencia, entre ellas podemos mencionar:

#### **a) Filosofía**

Tres hitos apuntan la posibilidad de una inteligencia mecánica. Platón establece las leyes que gobiernan el pensamiento (Silogismo, lógica). Descartes, Leibniz, la mente esta ligada al mundo físico. Bacon, Hume, Rusell, el conocimiento es el fruto de la percepción, se adquiere por la experiencia (inducción). El conocimiento esta representado por teorías lógicas.

#### **b) Matemática**

Las bases filosóficas necesitan una base formal. Bolee, fregué: fundamentos de lógica matemática. Godel, Turing, límites de lo computable. Fermat, Bernoulli, Bayes: probabilidad, razonamiento probabilística.

### **c) Psicología**

Psicología cognitiva, teorías sobre la conducta, bases del comportamiento racional. Representación de estímulos externos. Manipulación consciente de la interpretación. Actuación consecuente.

### **d) Computación**

Para la existencia de la IA es necesario un mecanismo para soportarlo, hardware. También son necesarias herramientas para desarrollar programas de inteligencia artificial.

## 1.6 Representando el conocimiento

Los sistemas de inteligencia artificial recurren a una representación interna para resolver determinados problemas. Una representación no nos sirve de nada si no disponemos de métodos que nos sirvan para manipularla y para resolver problemas usando esa representación. Existen varias formas de representación del conocimiento, dentro de las cuales se pueden mencionar:

### **a) Representaciones basadas en relaciones**

Existen cuatro representaciones basadas en relaciones, las cuales son las siguientes:

- Lógica
- Lógica Proposicional
- Lógica de Predicados
- Redes Semánticas

## **b) Representaciones basadas en objetos**

Existen dos relaciones basadas en objetos las cuales son las siguientes:

- Objeto Atributo Valor
- Marcos

## **c) Representaciones basadas en acciones**

Existen dos relaciones basadas en acciones, las cuales son las siguientes:

- Sistemas de Producción x
- Guiones y lógica proposicional

Intervienen elementos de representación: proposiciones y conectivas y elementos de Inferencia: Deducciones con reglas, hechos y Modus – Ponens.

## **d) La lógica de predicados**

La lógica de predicados consiste en un lenguaje para expresar proposiciones; y reglas para inferir nuevas proposiciones a partir de las que ya conocemos. La representación en cálculo de predicados de un conjunto de hechos no es inmediata sino que hay que tomar una serie de decisiones.

## **e) Inferencia en lógica de predicados**

La lógica de predicados es una forma de representación bastante general y sobre ella se pueden efectuar diversos tipos de inferencia.

Como ejemplos de inferencia se pueden citar la inducción, la abducción y la deducción. La deducción es el método de inferencia más propio de la lógica de predicados. A continuación se muestra un ejemplo de deducción bastante intuitivo llamado "modus ponens":

#### **f) Modus Ponens**

Es una forma de representar el conocimiento, el cual sigue la forma:

Si P Entonces Q.

Dado P.

Entonces Q.

Lo que significa que siempre que tengamos una implicación entre dos proposiciones (la fórmula 1) y un hecho (la fórmula 2) semejante al que aparece en el antecedente de la implicación (P), podemos deducir el consecuente de la implicación (Q).

Ejemplo:

1. Si a alguien no le gusta la pizza entonces no es italiano.
2. A Cesar no le gusta la pizza
3. Deducción: Cesar no es italiano

La lógica de predicados es una representación bastante general, pero tiene varias desventajas. El método más usado para extraer conclusiones y responder preguntas en lógica de predicados es el método de resolución.

Una desventaja es que cuando hay muchas formulas, el número de inferencias (llamadas resoluciones) que se deben realizar para alcanzar alguna conclusión se vuelve demasiado grande. Otra desventaja es que la lógica de predicados no impone una forma única de representar el conocimiento. La lógica de predicados no permite estructurar el conocimiento

### 1.7 Representación basada en los sistemas de producción

Es una forma de representación de conocimiento que se basa en los sistemas de producción, el cual consta de:

- Una base de hechos
- Una base de implicaciones (llamadas producciones o reglas)
- Un mecanismo de control (o motor de inferencia)

Al contrario que en lógica de predicados, en sistemas de producción se realiza la suposición de que si un hecho no esta presente en la base de hechos, ese hecho es falso.

### 1.8 Redes semánticas

En la representación del conocimiento por medios de redes semánticas, los conceptos se representan como un conjunto de nodos conectados unos a otros por medio de un conjunto de arcos etiquetados, que expresan las relaciones existentes entre los nodos.

## 1.9 Marcos

Un modo de representación que ayuda a resolver los problemas encontrados en la representación mediante lógica de predicados es la representación basada en marcos (frames, en inglés). Ideados por Marvin Minsky en la década de los setenta, en relación con sistemas de visión por computador, ofrecen una estructura mucho más compacta que la lógica de predicados para representar conceptos y relaciones entre conceptos. Por otra parte, los marcos, son el origen de la orientación a objetos. Marco y objeto son prácticamente sinónimos.

### 1.9.1 Marcos y sus propiedades

Un marco es una colección de atributos (o slots, en inglés) que poseen determinados valores, y que describen una entidad del mundo.

Los marcos se agrupan en sistemas de marcos, relacionados unos con otros, modelizando así las relaciones que existen entre las entidades del mundo representado. Por ejemplo, un marco que represente la idea de POLICIA podría ser el siguiente, que además contiene información sobre que tipo de arma utilizan los policías:

En lógica de predicados:

$$\forall x, \text{ IF Policia } (x) \text{ THEN usa-arma } (x, \text{ Colt-45})$$

En marcos como se muestra en la figura 1:

**Figura 1. Ejemplo de marcos**

<b>POLICIA</b>
ES-UN: PERSONA Sexo: Edad: Ciudad: Distrito: Pistola: Colt-45

Al igual que con el cálculo de predicados, una representación del mismo dominio puede realizarse de varias formas diferentes.

Depende de cada caso concreto el elegir entre una forma u otra de representar los mismos contenidos.

## 1.10 Otros sistemas de representación

### 1.10.1 Guiones

Un script o guión es una estructura que describe una secuencia fija de los eventos que ocurren en un determinado contexto. Tiene una estructura muy similar a la de los marcos, pero ampliada para reflejar la sucesión de hechos todo el tiempo, así como los cambios que tales hechos producen.



### 1.10.2 Razonamiento con Incertidumbre

En muchos casos es necesario que los modelos de representación se adapten, en el sentido de que permitan tratar un cierto grado de incertidumbre, ya que, a veces es obligado representar algo en el que no se dispone de conocimiento completo, consistente y constante. Un caso lo constituye el diagnóstico médico, que realiza inferencias basándose en la abducción, que no es una regla de inferencia legal, como pueda serlo el Modus Ponens, pero, a pesar de ello, puede resultar útil. Básicamente, la abducción se basa en que, partiendo de la proposición (If A then B) y de la proposición B, se deduce A.

## 2. SISTEMAS EXPERTOS

### 2.1 Introducción

“Los sistemas expertos son programas que reproducen el proceso intelectual de un experto humano en un campo particular, pudiendo mejorar su productividad, ahorrar tiempo y dinero, conservar sus valiosos conocimientos y difundirlos más fácilmente”<sup>2</sup>. También podemos decir que los sistemas expertos pueden hacer razonamientos basándose en los pasos que sigue un experto para dar soluciones a problemas como puede ser un antropólogo forense, un analista, un doctor, etc.

### 2.2 Otros conceptos sobre sistemas expertos

Los sistemas expertos son programas hechos en una computadora donde su principal función es la de actuar como lo haría un experto humano sobre un área específica de conocimiento. “Los sistemas expertos se pueden considerar como el primer producto verdaderamente operacional de la inteligencia artificial”<sup>2</sup>. Una vez el sistema experto tenga el conocimiento aplica métodos de inferencia para obtener soluciones y seguir generando conocimiento. Existen varios conceptos que hay que remarcar como lo es la base de conocimientos, que es donde se almacena el conocimiento, el motor de inferencia, que ejecuta las inferencias sobre el conocimiento y la base de hechos donde se almacenan los datos propios de un problema.

“La función de un Sistema Experto es la de aportar soluciones a problemas como si de humanos se tratara”<sup>3</sup>.

Se usa también el término de soluciones inteligentes, ya que el sistema se crean con expertos humanos, que una vez estructurado y formalizado el conocimiento lo utiliza mediante inferencias, pero aun así resulta complejo dar soluciones, ya que así como los expertos se pueden encontrar con dificultades de igual forma lo hará el sistema experto.

### 2.3 Aplicaciones reales de un sistema experto

Existen varios usos que se pueden dar a un sistema experto, pueden ser utilizados para llevar acabo análisis de información, permitiéndole dar interpretaciones de los resultados obtenidos. El ejemplo que se puede mencionar es un análisis financiero, donde existen varias variables contables financieras que pudieran llevarse a un análisis e interpretación mediante un sistema experto.

Otra aplicación válida es realizar diagnósticos sobre un área, con lo que se obtienen resultados en base a preguntas que el sistema experto realiza a una persona, en este caso un experto en el área a ser analizada, en base al análisis que realice el sistema experto se pueden recomendar acciones adecuada para dar soluciones a los problemas.

Los sistemas expertos también pueden aplicarse para pronósticos y predicciones futuras, que serian inferencias a partir del conocimiento dado. En fin para cada área que se necesitan realizar tantas predicciones, pronósticos, diagnósticos, deducciones, análisis de información, los cuales necesitan de un conocimiento previo para tomar acciones es donde se puede implementar un sistema experto.

## 2.4 Meta reglas

Uno de los problemas de los sistemas expertos, es encontrarse con una gran cantidad de reglas que están en condiciones de ser utilizadas y que obliga al mismo a idas y venidas por las mismas para encontrar un camino lógico. Este conjunto de reglas que en un mismo momento son candidatas a ser aplicadas recibe el nombre de conjunto de conflicto. Se necesita, al igual que en las decisiones humanas, tener hipótesis más relevantes que vayan reduciendo ese conjunto, o sea un conocimiento de mayor nivel.

Las meta reglas son aquellas reglas de mayor nivel que varían la estrategia de resolución según sea el problema o según sean los resultados que se van obteniendo.

## 2.5 Arquitectura de los sistemas expertos

Se debe tener en forma separada el conocimiento, sus reglas, hechos y el procesamiento de los mismos, también debemos de tener una interfase para el usuario y un componente que nos permita adquirir el conocimiento. Existen tres componentes muy importantes que forman parte de la arquitectura de un sistema experto, entre ellos:

La base de conocimientos, el mecanismo de inferencia y el componente explicativo.

La base de conocimiento almacena todo el conocimiento a partir de hechos y además de las experiencias vividas por un experto.

El mecanismo de inferencia de un sistema experto trata de inferir las soluciones que se podrán dar al sistema experto en la vida real, el componente explicativo sugiere la estrategia de solución y la forma en como se resuelve un problema, la interfaz de usuario es la forma como se comunica el usuario y el sistema experto.

Como parte de un motor de inferencia se encuentra la velocidad de trabajo y la estrategia que utiliza para encontrar la solución. “Un motor de inferencia interpreta y evalúa los hechos en la base de conocimientos para proveer una respuesta”.<sup>1</sup>

Existen dos métodos de búsqueda frecuentemente utilizados el encadenamiento hacia delante y encadenamiento hacia atrás, el primero se dice que es una forma deductiva y el segundo una forma inductiva. Un motor de inferencia razona y para ello puede basarse en razonamiento booleana, lógica difusa, lógica de orden, asimismo también evalúa el conocimiento por tres formas, la forma determinística, probabilística y aproximaciones.

### **a) Patrones y reglas**

En el momento de generar el conocimiento se deben conocer las reglas que se deben aplicar y con ello los patrones que definen dicho conocimiento, la búsqueda de que reglas aplicar no necesariamente se aplica a todas las reglas de la base de conocimiento si no que el mismo sistema de inferencia determinara cuales aplicar y cuales reglas no aplicar. Una vez identificadas las reglas se ejecutan.

## **b) Encadenamientos de reglas**

Existen dos mecanismos fundamentales de encadenamiento de reglas: el encadenamiento hacia delante y encadenamiento hacia atrás, el encadenamiento hacia delante se da cuando se define lo que se necesita encontrar y se recorren las reglas una tras otra hasta encontrar la respuesta, mientras que en el encadenamiento hacia atrás se busca una regla dado el objetivo, y así sucesivamente hasta encadenar la regla con la conclusión que satisface el objetivo inicial.

### 2.5.1 La base de conocimientos

Con la base de conocimientos de un sistema experto quedan almacenado todo el conocimiento por medio de hechos, reglas y procedimientos de algún dominio de aplicación, sin estos elementos de la base de conocimientos difícilmente podrías llegar a obtener una solución. Ejemplo: Hechos: El velero "Tiburón" tiene una longitud de 6m.

La representación de este conocimiento puede realizarse orientándola, por ejemplo, según objetos. Los objetos de una base de conocimientos pueden ser entonces: barco, barco a motor, barco a vela. Estos objetos están relacionados de tal forma que un barco a vela tiene todas las cualidades de un barco, y además todas las cualidades específicas de un barco a vela.

Este tipo de programación se define como programación orientada a objetos y se utiliza con frecuencia en el desarrollo de los Sistemas Expertos.

Existen varias formas de representar el conocimiento:

### **a) Marcos**

Son estructuras de datos donde se almacenan información concreta de un cierto concepto e información relacional para completar la definición del concepto. Se representan por una serie de campos y los valores asociados a los mismos, que podrían ser otro "frame".

### **b) Redes semánticas**

Son representaciones gráficas del conocimiento, mediante nodos, que representan objetos o conjuntos de objetos, y arcos, que relacionan dichos objetos. Tanto los "frames" como las redes son representaciones descriptivas, difíciles de usar para representar el razonamiento.

### **c) Reglas**

Es la forma más extendida de representación del conocimiento. Representan la forma de razonar. Tienen la forma IF <condición> THEN <acción/conclusión>. Es importante el orden de ejecución de las reglas, por ello se les suele dotar de prioridades. Una regla que activa otra se denomina meta regla, y se suelen usar para desarrollar progresivamente el conocimiento del experto. Una labor fundamental es la Adquisición del Conocimiento y su representación mediante alguna de las formas anteriores. Una de las técnicas más usadas son las entrevistas con los responsables del proceso, donde se consume la mayoría del tiempo. Además, se suelen usar las bases de datos existentes en el sistema, añadir modelos matemáticos o heurísticos, y analizar el sistema mediante programas de simulación.

También en entornos dinámicos como son los sistemas de producción, se adquiere conocimiento con el tiempo.

### 2.5.2 Mecanismo de inferencia

“El mecanismo de inferencia es la unidad lógica con la que se extraen conclusiones de la base de conocimientos, según un método fijo de solución de problemas que está configurado imitando el procedimiento humano de los expertos para solucionar problemas”<sup>4</sup>.

Ejemplo:

Una Regla es: Si p y q entonces r

Se dan los hechos: p y q

Si p y q son justo aquellos hechos que se mencionan en la cláusula "si" de la regla, es decir, las condiciones para la aplicabilidad de la regla. Aplicar la regla es: deducir de los hechos p y q el hecho r.

### 2.5.3 Componente explicativo

En el componente explicativo se detallan las soluciones encontradas por los expertos, las cuales deben ser expuestas por el ingeniero de conocimiento y por el usuario.

### 2.5.4 La interfaz con el usuario

En el componente de interfase con el usuario, se diseña el sistema experto de forma tal que será presentado al usuario final.



### 2.5.5 Componente de adquisición

Es uno de los componentes que mejor ayuda a un ingeniero de conocimiento, ya que permite que se estructure todo el conocimiento de una forma clara y sencilla para no dedicar mucho esfuerzo y tiempo en la fase de programación del sistema experto.

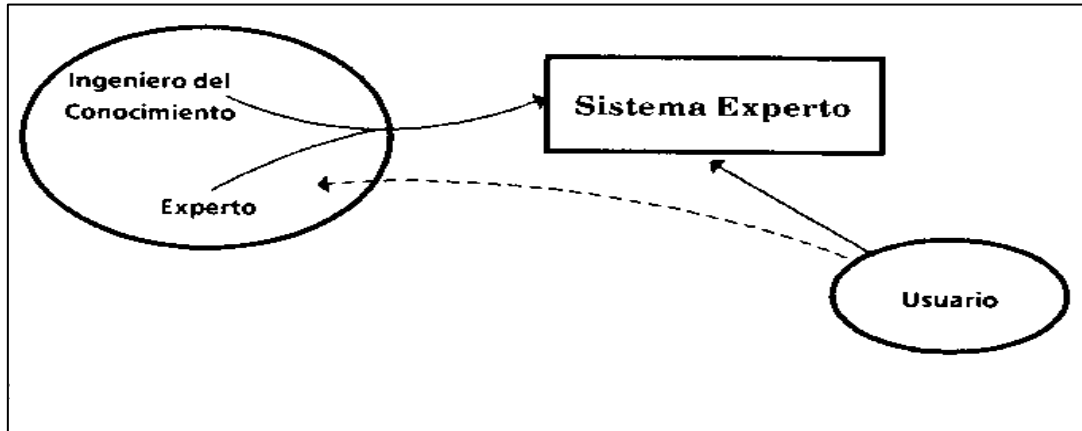
Dentro las características que debe cumplir un buen componente de adquisición se encuentran:

- El conocimiento debe ser ingresado de una forma sencilla
- Deben existir varias formas de representación clara de la información que se encuentra dentro de la base de conocimientos.

### 2.6 Implementación de un sistema experto

Para llevar a cabo la implementación de un sistema experto es necesario contar con un equipo de trabajo, varios métodos auxiliares para el desarrollo y finalmente la construcción de un prototipo. El equipo de desarrollo esta compuesto por un grupo o por un equipo de personas entre los cuales se encuentra el experto, el ingeniero de conocimiento y el usuario. El experto es el encargado de poner todo su conocimiento especializado, el ingeniero de conocimiento se encarga de estructurar el conocimiento, plantea las preguntas a responder por el experto y de implementarlas en la base de conocimientos, el usuario se encarga de aportar ideas al sistema, ejemplificando el escenario en que deberá ser aplicado el sistema experto. Véase figura 2.

**Figura 2. Esquema de componentes de un sistema experto.**



Tanto el ingeniero de conocimiento como el experto deben trabajar en conjunto, ya que de ellos depende el éxito de cómo se interpreta el conocimiento y como es estructurado en el sistema. Uno de los primeros pasos que deben llevar a cabo es delimitar el dominio de conocimiento, obteniéndolo del experto, asimismo comprobar si este conocimiento fue transmitido de forma correcta.

## 2.7 Áreas de implementación de los sistemas expertos

La aplicación de sistemas expertos será adecuada donde los expertos dispongan de conocimientos complejos en un área muy delimitada, donde no existan algoritmos ya establecidos (o donde los existentes no puedan solucionar algunos problemas). Otro campo de aplicación es allí donde encontremos teorías que resulten prácticamente imposibles de analizar todos los casos teóricamente imaginables mediante algoritmos y en un espacio de tiempo relativamente corto y razonable. Con los sistemas expertos podemos evitar fallos en las labores que se realizan a diario, obtener de una forma todos los conocimientos que poseen los expertos de un área en particular.

Lo que se pretende lograr con la implementación de un sistema experto es que se logre estructurar el conocimiento del experto en las actividades que realiza a diario, de una forma rutinaria y que a la larga pueden reducir los problemas, ya que al disminuir las actividades rutinarias, se disminuye la cantidad de equivocaciones y se acelera de una mejor forma los procesos para poder tomar decisiones, es por esto que no deben ser considerados como aplicaciones que no puedan relacionarse con el resto de tipos de sistemas de software.

## 2.8 Metodologías de desarrollo

Existen varias metodologías para el desarrollo de sistemas expertos, a continuación se describen algunas y se da una descripción del tipo de metodología propuesto:

### 2.8.1 Tipos de metodologías

Dentro de los tipos de metodologías para desarrollos de sistemas expertos podemos mencionar las siguientes:

- Metodología de Buchanan
- Metodología de Grover
- Metodología de Brule
- Metodología de Blanque y García Martínez
- Metodología resultante de la combinación de las anteriores

### 2.8.1.1 Metodología de Buchanan

En la adquisición de conocimiento (de distintas fuentes: libros, expertos) el ingeniero de conocimiento procede a través de una serie de etapas para producir un Sistema Experto. Se destacan 6 etapas fundamentales:

#### a) Identificación

- Se identifican los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento.
- Se establecen las facilidades computacionales y presupuestos.
- Se identifican los objetivos o metas.

#### b) Conceptualización

- Se analizarán los conceptos vertidos por el Experto de Campo.
- Los mismos serán tomados en cuenta con sumo interés, pues el Experto de Campo es quién conoce en detalle los fundamentos particulares del tema a investigar.

#### c) Formalización

- Se identifican los conceptos relevantes e importantes.
- El resultado de formalizar el diagrama de información conceptual y los elementos subproblemas es una especificación parcial para construir un prototipo de la base de conocimiento.

#### d) Implementación

- Se formaliza el conocimiento obtenido del Experto y se elige la organización, el lenguaje y el ambiente de programación.

#### e) Testeo

- Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificándose el desempeño del sistema.

#### f) Revisión del prototipo

- Se reformulan los conceptos.
- Se rediseña y refina el prototipo.

La característica más importante de esta metodología es la constante relación entre el Ingeniero de Conocimiento y el Experto de Campo.

### 2.8.1.2 Metodología propuesta

A continuación se describe la metodología propuesta para el desarrollo del sistema experto:

#### **a) Estudio preliminar**

- Definición del problema
- Identificación de los expertos
- Bibliografía de referencia

- Glosario de términos
- Estudio de factibilidad
  - Técnica (no aplicada)
  - Operativa (no aplicada)
  - Económica (no aplicada)
- Análisis
- Posibilidad de la construcción (no aplicada) y justificación.

#### **b) Desarrollo de prototipos**

- Elicitación de conocimiento
- Representación del conocimiento (grafos causales, conceptualización del conocimiento)
- Elección de la herramienta
- Formalización: construcción de las reglas
- Implementación del prototipo

#### **c) Desarrollo del sistema**

- Los avances deben estar acompañados de evaluaciones internas de los expertos y la reconstrucción a partir del resultado de las evaluaciones.
- Evaluación final
- El testeo final consiste en plantear casos nuevos y comparar la solución y el procedimiento realizado por el experto y por el sistema.
- Mantenimiento
- Actualización del sistema

La importancia de esta metodología es que fue construida de la unión de los puntos fuertes de las metodologías anteriores. Sin una metodología difícilmente se logrará con éxito la construcción de un Sistema Experto.

### **3. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO**

#### 3.1 Definición general del sistema experto

El trabajo de investigación final tiene como fin el desarrollo de un sistema experto capaz de identificar individuos, por medio de un análisis antropológico forense, logrado a través de la información obtenida por medio de la comparación de datos ante mortem y post mortem en casos investigados por la FAFG.

#### 3.2 Límites y alcances

El alcance principal del proyecto de investigación es permitir que el Sistema Experto sea una herramienta de ayuda a la antropología forense, con la cual se permita establecer la identificación de individuos de una mejor manera, así como elementos identificativos propios de cada individuo tales como edad, sexo, estatura, todo ello es posible, ya que cuenta con una base de conocimientos alimentada con casos reales propios de la Fundación de Antropología Forense de Guatemala.

El sistema experto será implementado como caso práctico en la Fundación de Antropología Forense de Guatemala FAFG, la que ha trabajado desde más de 10 años de investigación en el campo antropológico. El sistema experto será utilizado por peritos en el área de antropología forense, ingresando inicialmente casos reales que fueron llevados por la fundación generando así una base de conocimientos y de hechos reales.



El sistema experto dará como resultado finalmente una hipótesis certera de las causas de muertes e identificación de individuos de quienes se ingreso la información conocida (ante mortem).

El sistema experto ya con los casos ingresados deberá ser puesto a prueba por un período de tiempo a definirse, logrando una mayor base de conocimientos para predecir con mayor exactitud los resultados esperados. El sistema experto no muestra resultados estadísticos, únicamente llega a una conclusión con la cual resuelve el problema inicial, de ser así, sería necesario la combinación de una base de datos relacional con los datos previamente ingresados. El sistema experto únicamente se basa en los procesos antropológicos que serán establecidos posteriormente para establecer causa de muerte e identificación de individuos.

### 3.3 Ámbito

El desarrollo del trabajo de investigación final involucra los siguientes elementos:

#### **a) Experto**

Se representa por personas con amplia experiencia en antropología forense.

#### **b) Usuarios**

Los usuarios son representados por el personal de la Fundación de Antropología Forense de Guatemala del área de Antropología Forense que determina la capacidad del sistema en comparación con los métodos antiguos de identificación de individuos y causas de muerte.

### **c) Ámbitos del uso del sistema experto**

Laboratorio de Antropología ubicado dentro de las instalaciones de la Fundación de Antropología Forense de Guatemala.

#### 3.4 Dominio del sistema experto en antropología forense

##### 3.4.1 Definición

Antropología Forense es la aplicación de la ciencia de la Antropología Física o Antropología Biológica. Los especialistas en ésta disciplina aplican normas técnicas científicas desarrolladas en la Antropología Física, para la identificación de restos óseos y/o de cadáveres en distintos estadios de conservación, con alteraciones por factores de índole natural, accidental o intencional, asistencia para la localización y recuperación de restos humanos e identificación de sujetos vivos. Sus actividades principales, incluyen tanto aspectos de campo como de laboratorio, para dar respuesta a cuestionamientos sobre: El origen biológico de los restos.

##### 3.4.2 Aplicación del sistema experto

Los estudios solicitados con mayor frecuencia para intervención de Peritos en Antropología Forense, se incluyen en los siguientes rubros.

#### **a) Análisis de restos óseos (con ausencia total de tejidos blandos y grasos)**

Como menciona la antropología forense sobre el análisis de restos óseos que “consiste en el análisis de estructuras óseas en estado árido o sea con ausencia total de tejidos blandos y grasos, las cuales pueden estar completas, incompletas o fragmentadas” 5.

### **b) Análisis de restos óseos (con ausencia parcial o total de tejidos blandos)**

Consiste en el análisis de estructuras óseas completas, incompletas o fragmentadas o bien de esqueletos completos, incompletos o segmentados, con ausencia total o parcial de tejidos blandos. Los resultados finales de la intervención es información con respecto al origen biológico de los restos y su identificación morfológica, determinación del número de individuos y sus características individuales (sexo, edad biológica, grupo humano, estatura, estados patológicos, etc.), observaciones taxonómicas y diagnóstico de la data de muerte, así como la detección y análisis de lesiones ante mortem, post mortem o peri mortem.

### **c) Análisis de cadáveres**

“Trata del análisis de cadáveres completos, incompletos o segmentados, en estado fresco, putrefacción avanzada, adipocira, quemado o momificado” 5. Todos los resultados finales es información con respecto al origen biológico, características de individualización (sexo, edad biológica, grupo humano, estatura, estados patológicos, etc.), algunas observaciones taxonómicas y diagnóstico de la data de muerte, así como la detección y análisis de lesiones ante mortem, post mortem o peri mortem.

### **d) Análisis de fragmentos de estructuras óseas y/o dentales o de segmentos corporales**

“Trata de la identificación morfológica de fragmentos de estructuras óseas o dentales, segmentos corporales o apéndices corporales (dedos, pabellones auriculares, etc.)” 5.

Los resultados finales es el establecimiento del origen biológico e identificación morfológica del material remitido. Asimismo, en algunos casos es posible determinar la probable forma y mecanismo de desprendimiento del segmento o apéndice corporal, así como si esto se produjo peri mortem o post mortem.

#### **e) Diagnóstico de tiempo de muerte**

El establecimiento del intervalo post mortem o data de muerte, se diagnostica a través de un análisis multifactorial, en donde se analizan las condiciones ambientales del sitio de depósito del así como de todos aquellos elementos del ecosistema que interactúan con el cadáver (micro fauna, macro fauna, componentes edafológicos, etc.), las características individuales del cadáver (edad, sexo, complexión, condiciones de salud, etc.), el mecanismo de muerte y las alteraciones que presenta el cadáver ya sea por agentes naturales o de índole intencional o criminal.

#### **f) Inspección de sitios de hallazgo**

Las solicitudes de intervención de Peritos en Antropología Forense, para llevar a cabo inspecciones en sitios de hallazgo o de depósito de restos óseos o cadáveres, van dirigidas a la prospección, localización y excavación con técnicas antropológicas de restos óseos o cadáveres, así como la recolección de la información de campo complementaria para el análisis taxonómico, establecimiento de la antigüedad del hallazgo o bien de la data o intervalo post mortem.

El estudio de los materiales recuperados, se efectúa posteriormente en el Laboratorio.

### **g) Diagnóstico de edad biológica en sujetos vivos**

El diagnóstico de la edad biológica “consiste en el diagnóstico de la edad biológica en personas vivas a través del análisis de los cambios morfológicos por edad en las estructuras óseas y/o dentales, observados y valorados a través de análisis somato lógico y de imágenes radiográficas obtenidas de los sujetos”<sup>5</sup>.

### **h) Trauma circunmortem**

Es el que ocurre alrededor de la muerte. Se caracteriza por la ausencia de reabsorción (cicatrización), y es un daño que ocurre en hueso fresco, y no en un hueso seco. La evidencia del trauma es altamente variable dependiendo del área anatómica que se estudie y el estado de los huesos analizados.

### **i) Proceso de identificación**

La Antropología Forense al realizar el proceso de identificación de restos humanos debe preocuparse de ciertas características de éstos y en un orden lógico, lo que permite la esquematización del trabajo en laboratorio.

Los pasos del proceso son los siguientes:

- Determinar si el material es humano o no.
- Si es humano, determinar el número de individuos.
- Determinar el sexo.
- Estimar la edad al morir.
- Estimar estatura.
- Determinar el tipo físico
- Determinar patologías.

- Otros elementos identificativos
- Determinar causa de muerte.
- Estimar data de muerte.

#### **j) Determinar si el material es humano o no:**

Aunque pueda parecer obvio, muchas veces son confundidos los restos esqueléticos de un mamífero con los de un humano. No es tan fácil distinguirlos, sobretodo si no se tienen conocimientos de anatomía comparada, o, como sucede generalmente en un contexto forense, los restos se encuentran fragmentados y/o quemados, en este último caso la identificación se complica aún más. En el caso de que los restos correspondan a un adulto, muy pocos animales poseen la talla de éste. En el caso de fetos o recién nacidos, pueden confundirse con esqueletos de animales pequeños.

#### **k) Número de individuos**

Luego de determinar que los restos son humanos, se debe determinar el número de individuos para el posterior estudio de cada uno. Una técnica utilizada consiste en identificar los huesos largos y contar el número de fémures, húmeros, etc.

#### **i) Determinación de Sexo**

Al determinar el sexo de un individuo se debe tener presente que en el esqueleto humano de un sub-adulto los caracteres sexuales no están claramente definidos, sobre todo en el período de los 12 a los 15 años.

Existen algunas áreas del esqueleto que ayudan a determinar el sexo del individuo, como por ejemplo la pelvis, el cráneo, el fémur y el sacro. Para determinar el sexo en adultos, la pelvis es la más eficaz, si no está presente se utiliza el cráneo, o el fémur, esternón, húmero o radio, aunque estos últimos no son tan exactos como la pelvis y el cráneo.

### j) Determinación de sexo en la pelvis

La pelvis es el área más eficaz para determinar el sexo de un individuo. En la tabla I se presentan las diferencias sexuales más notorias a nivel de pelvis.

**Tabla I. Descripción sobre determinación de sexo en pelvis**

<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
En general es más pesada, rugosa, con inserciones musculares marcadas	Más liviana, lisa, con inserciones musculares poco prominentes
Contorno con forma de corazón	Contorno con forma circular, más espacioso
Pelvis menor relativamente pequeña	Espaciosa, superficie oblicua
Ilión alto y derecho	Ilión bajo y lateralmente divergente
Articulación sacro ilíaca grande	Articulación sacro ilíaca pequeña y más oblicua
Escotadura ciática pequeña, cerrada y profunda	Escotadura ciática grande, ancha y superficial
Agujero obturador grande y oval	Agujero obturador pequeño y triangular
Cuerpo de la pelvis, triangular	Cuadrangular
Sínfisis alta	Sínfisis baja
Ángulo subpubiano estrecho en forma de "V"	Ángulo subpubiano amplio en forma de "U"
Sacro largo, estrecho, suavemente curvo	Sacro corto, ancho, marcadamente curvo

## k) Cráneo

El cráneo es la segunda mejor área para determinar el sexo en un individuo adulto, como se muestra en la tabla II.

**Tabla II. Descripción sobre determinación de sexo en cráneo.**

<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>
Bordes supraorbitales más prominentes	Bordes supraorbitales suaves
Cráneo más pesado	Cráneo más ligero y menos grueso
Maxilar inferior grueso con crestas de inserción muscular acentuadas	Maxilar inferior menos pesado; dientes de menor tamaño y más altos
Hueso Frontal con mayor pendiente	Hueso Frontal con menor pendiente
Cresta nucal más pronunciada	Cresta nucal menor
Mentón cuadrado	Mentón redondeado. En punta en la línea media
Proceso mastoideo es más largo y grueso	Proceso mastoideo más pequeño y menos grueso

## l) Estimar edad al morir

Al estimar la edad al morir de un individuo, se debe tener presente que existen diferentes métodos según si el individuo es sub-adulto o adulto. Además, los métodos son diseñados para cierta población de cierto tipo físico, siempre es ideal es aplicar el método correspondiente a la población que pertenece el individuo a estudiar.

Para estimar la edad en un individuo sub-adulto, el mejor indicador cronológico de edad es el desarrollo dental, luego, la longitud de los huesos largos, y finalmente la unión de las epífisis. Para estimar la edad en un individuo adulto existen dos tipos de métodos: Métodos macroscópicos y microscópicos.



### **m) Longitud huesos largos**

Cuando se han perdido los dientes, la edad se puede estimar usando la longitud de los huesos largos, aunque no es muy exacto, puede entregar información útil en ausencia de criterios más precisos.

El motivo por el cual este método no es muy exacto es que los rangos de crecimiento varían bruscamente entre las poblaciones, e incluso, entre individuos del mismo grupo racial.

### **n) Unión de las epífisis**

Durante el proceso de desarrollo de un individuo, los huesos se van osificando para formar los 206 huesos que componen el esqueleto de un adulto.

Este proceso de osificación se produce en distintas áreas, en distintos períodos de desarrollo, es por esto, que es un método útil para estimar edad en sub-adultos, ya que este proceso ocurre entre los 10 y 20 años aproximadamente, pero aún así, no es más exacto que el método de desarrollo dental. La unión de las epífisis es fácil observarla, ya que la superficie diafisial no unida es rugosa e irregular en apariencia.

En los huesos largos la diáfisis se encuentra separada de la epífisis en ambos extremos, mediante el proceso de osificación estas se unen formando la estructura del hueso de un adulto.

### **ñ) Estimar edad al morir de un individuo adulto**

Alrededor de los 20 años, los dientes están completamente formados y erupcionados, la mayoría de las epífisis están unidas y el crecimiento longitudinal de los huesos largos está completo.

### **o) Estimar estatura**

Existen diferentes métodos para estimar la estatura de un individuo, estos se basan en la longitud máxima de los huesos largos. Se calcula la estatura a partir de la longitud de los huesos largos, ya que es proporcional a la altura del individuo. Pero no existe una fórmula universal, ya que la proporción de la longitud de los huesos largos con respecto a la estatura varía considerablemente entre las diferentes poblaciones.

### **p) Patologías en el esqueleto**

En el esqueleto es posible detectar patologías que sufrió el individuo. Además, puede ocurrir que una de estas patologías haya sido la causa de muerte, en esto radica la importancia en detectarlas. Por otro lado, es también importante, ya que es información útil para poder identificar a un individuo, comparando las patologías detectadas con las historias clínicas de individuos que podrían corresponder al estudiado.

En el esqueleto, no tan sólo se pueden detectar patologías, sino que, además, se pueden detectar indicadores de la actividad que el individuo solía ejercer.

#### **q) Determinar la causa de muerte**

Determinar la causa de muerte es algo muy complejo, ya que en un individuo esqueletizado sólo se pueden detectar las huellas de una muerte violenta o por una enfermedad infecciosa, y realmente, sería imposible determinar como causa de muerte un infarto cardíaco, en esto radica la mayor dificultad y limitación para determinar la causa de muerte de un individuo.

#### **r) Estimar la data de muerte**

Es difícil y complicado el estimar la data de muerte de un individuo. Existe un método, pero no es universal, depende de las condiciones ambientales de la zona geográfica, el sitio específico donde murió el individuo y otros factores como la cercanía a un árbol y la cantidad de luz solar que recibe el cuerpo.

### **3.5 Procesos Fundación de Antropología Forense de Guatemala**

#### **3.5.1 Qué es la FAFG**

La Fundación de Antropología Forense de Guatemala, es una organización no gubernamental tal y como la dice en su pagina Web “La FAFG es una institución no gubernamental, autónoma, técnico científica, sin fines de lucro que contribuye al fortalecimiento del sistema de justicia y al respeto de los derechos humanos; a través de la investigación, la documentación, la divulgación, la formación y la sensibilización de los hechos históricos de violaciones al derecho a la vida y de casos de muerte no esclarecidos”<sup>6</sup>, es la única institución en Guatemala que se dedica al análisis antropológico forense por medio de peritajes e investigaciones científicas.

### 3.5.2 Qué hace la FAFG

Entre los factores importantes del proceso de las investigaciones antropológico forenses esta la identificación de las osamentas que se exhuman, validar los testimonios de testigos y sobrevivientes a través de las investigaciones antropológico forenses, ya que es una forma científica y legal de darle valor a los testimonios.

“La Investigación Antropológico Forense, ayuda a la ubicación, recuperación, análisis e identificación de restos óseos humanos; esto es posibles a través de sus cuatro fases cuyo producto final es la elaboración de un informe pericial en el cual se incluyen todos los datos obtenidos a través de la investigación”<sup>6</sup>. A través de las *entrevistas ante mortem*, que se hace a familiares cercanos que puedan facilitar la mayor información sobre sus familiares desaparecidos, se establece un perfil osteológico de las víctimas, ya que con raras excepciones se cuenta con registros hospitalarios o de clínicas dentales de las víctimas.

Las entrevistas ante mortem consisten en un cuestionario orientado a reconstruir la historia osteológica de la víctima. Se inicia la fase de Antropología Forense donde se inicia con la toma de *radiografías* para observar cualquier dato de importancia que pueda ayudar a establecer patologías, evidencia de fragmentos metálicos, etc., con el equipo de rayos X con que se cuenta. Para iniciar el análisis se solicita a evidencia todo lo relacionado con la osamenta, y dependiendo del estado de la misma se procede a la *reconstrucción de huesos fragmentados* para determinar la presencia de traumas circunmortem (como traumas corto contundentes, heridas por proyectil de arma de fuego, etc.). En el *análisis macroscópico* se determina sexo, edad, estatura, traumas ante o circunmortem, patologías, rasgos no métricos y un registro dental.

## **a) Fases de antropología forense**

Entre las fases de antropología forense se encuentran:

- Lavado y Marcado
- Posición anatómica de la osamenta
- Análisis para establecer el perfil biológico (edad, sexo, estatura, análisis dental, reconstrucción del historial osteológico de las osamentas, lesiones antemortem, patologías, lesiones traumáticas )

## **b) Estimación de sexo**

El diagnóstico del sexo se realiza basado en 4 aspectos importantes:

- Cintura Pélvica
- Cráneo
- Mandíbula
- Medición de Huesos

El sexo es determinado para una osamenta X, la cual es parte de un Caso de la FAFG. Bajo el aspecto de Cintura Pélvica , es posible determinarlo mediante características propias del hueso: angosto, intermedio, ancho, poco alongado, plano, triangular, curvo, intermedio ambiguo y no establecido, se da la clasificación anterior para cada una de las partes siguientes:

Para Sexo Masculino y Femenino:

- Angulo subpúbico
- Escotadura ciática mayor
- Elongación de Pubis
- Forma de pubis e ilion

### **c) Sacro**

Bajo el aspecto de Cráneo, se determina mediante características como robusto, inclinado, cuadradas, intermedio, ambiguo, grácil, afilado, vertical, redondas y no establecido para cada una de las siguientes partes:

Para Sexo Masculino y Femenino

- Región Supra Orbital
- Margen Supra Orbital
- Proceso Mastoides
- Región Nucal
- Frontal
- Orbitas

Existe también el método de Phenice 1969, el cual se basa en características como ausente, presente, romo, afilado, ausente leve y presente marcado, en cada una de las siguientes partes:

Para Sexo Masculino y Femenino:

- Concavidad Subpública
- Borde antero medial de rama izqui-pública y Arco Ventral

Para determinar el sexo basado en la Mandíbula, ya sea Masculino o Femenino, se basa en características como cuadradas, intermedias, puntiagudas, ángulo recto, ángulo obtuso, pronunciada, leve y no establecido, en cada una de las siguientes partes:

- Eminencia mental
- Ángulo gonial
- Eversión de Ángulo gonial

Finalmente una vez determinado el sexo por cada una de las formas anteriores se establece el que mayor número de repeticiones aparezca.

#### **d) Estimación de edad**

La estimación de edad es mas probable de ser exacta cuando se trata de restos esqueléticos de personas que no han alcanzado su madures biológica o de adultos jóvenes.

Las edades varían entre distintas poblaciones y ambos sexos. La osificación es más temprana en las mujeres que en los hombres, con un margen que oscila entre los dos a seis años. Dentro del mismo esqueleto algunos huesos y algunas epífisis se cierran en distintos periodos. La madurez biológica se alcanza inicialmente en el tobillo y en la cadera; se continúa con la rodilla y el codo y finaliza con el hombro y la muñeca. Para la determinación de edad se incluyen seis aspectos determinantes para lograr establecerla, siendo estos:

- Sínfisis púbica
- Extremo de costilla
- Superficie auricular
- Clavícula medial
- Cresta iliaca anterior
- Fusión de epífisis
- Segmentos del sacro
- Lamendin 1992

Cada uno de estos elementos establece un determinado rango de edad, el cual según el criterio de la persona que la analiza podrá designar un rango menor y uno mayor. Es importante mencionar que la utilización de estos métodos dependerá de la condición y estado de la osamenta a analizar, ya que algunas se encuentran con erosión severa o ausentes del mismo.

Se determina cada una de las fases en que se encuentre la osamenta, con lateralidad Izquierda y Derecha, excepto por el método de fusión de epífisis y segmentos del sacro, los cuales se basan por el grado de fusión, siendo los siguientes:

- No Fusión indica grado 1
- Fusión Parcial indica grado 2
- Fusión Total indica grado 3
- No Observable indica grado 4
- Ausente equivale a tener un grado 5



### **e) Determinación de la estatura**

Una vez estimado el sexo y edad del individuo, el siguiente paso es la determinación de la estatura. La variabilidad de la estatura esta determinada tanto por los distintos ritmos de crecimiento como por las diferentes proporciones corporales Existen actualmente los siguientes métodos para determinación de la estatura:

- Genoves, 1967
- Fully y Pineau, 1960
- Trotter y Gleeser, 1958 (Mongoloides Masculinos)
- Trotter y Gleeser, 1958 (Ladinos Masculinos)

Tanto para el método de Genovés como para Fully y Pineau es necesario saber la lateralidad del Fémur y Tibia, como la medida en cm. Del largo máximo del fémur y el largo máximo de la tibia, también es necesario tener la información de los cuerpos las vértebras lumbares. Un posible rango de estatura final podría determinarse seleccionado el menor dato dentro de los rangos encontrados en base a los métodos mencionados, igualmente para el mayor dato.

### **3.6 Proceso de adquisición del conocimiento**

Se entiende por adquisición de conocimientos, el proceso de recolección de Información, a partir de cualquier fuente, necesaria para construir el Sistema Experto. La adquisición de Conocimientos no es un paso concreto en la metodología de desarrollo, sino más bien una tarea que se produce en paralelo a todas las etapas de construcción del sistema.

La adquisición del conocimiento proporciona a cada fase, la información que se requiere en cada momento del desarrollo. No existe hasta el momento ningún método completamente automático de adquisición de conocimientos.

Se propone el siguiente esquema de actividades para el proceso de adquisición de conocimientos:

- Primeras reuniones
- Extracción de conocimientos
- Profundización de conocimiento

### 3.6.1 Descripción del proceso de adquisición de conocimiento

Para poder llevar a cabo la adquisición de conocimiento, inicialmente se llevaran a cabo varias reuniones con los expertos y con los usuarios del sistema experto (antropólogos sociales, antropólogos forenses). Estas reuniones tienen como objetivo:

- Determinar los objetivos del SE
- Precisar el alcance y ámbito del proyecto
- Determinar los requisitos funcionales del Sistema Experto
- Establecer las necesidades de los usuarios del futuro sistema, y lo que los usuarios esperan del mismo
- Obtener todo el conocimiento necesario para realizar el SE

En las primeras reuniones se busca describir conocimientos generales, así como afianzarse con la terminología del dominio. Para desarrollar la tarea se ha seguido el siguiente ciclo para cada sesión:

**a) Preparación de la sesión:**

- Información a tratar.
- Amplitud, profundidad, etc.
- Técnica adecuada.
- Preparación de las preguntas.

**b) Sesión:**

- Repaso del análisis.
- Explicación al experto de los objetivos.
- Evaluación de la sesión con el experto.
- Resumen y comentarios del experto.

**c) Transcripción.**

**d) Análisis de la sesión:**

- Lectura para obtener una visión general.
- Extracción de conocimientos concretos.
- Lectura para recuperar conocimientos olvidados.
- Críticas para mejorar por parte del ingeniero de conocimientos.

**f) Evaluación:**

- ¿Se han conseguido los objetivos?
- ¿Es necesario volver sobre los mismos?
- Número y tipo de sesiones para cubrir la tarea

Las técnicas usadas para el proceso de adquisición de conocimientos del experto son:

**a) Primeras reuniones y evaluación de la viabilidad**

- a.1) Entrevistas no estructuradas.
- a.2) Entrevistas estructuradas.

**b) Extracción de conocimientos**

- b.1) Análisis estructural de textos

**c) Reducción de conocimientos del experto principal**

- c.1) Emparrillado.
- c.2) Entrevistas estructuradas.

**3.6.2 Sesiones de adquisición, primeras reuniones**

En las primeras sesiones de adquisición se busca establecer los objetivos del Sistema Experto, el ámbito, alcance del proyecto y el conocimiento necesario para dar inicio a la construcción del sistema experto.

## **a) Sesión I**

### **a.1) Realización de la sesión**

- Objetivo: Obtener una descripción y visión general del problema
- Experto: Arqueóloga Claudia Rivera
- Fecha: 13/10/2005
- Duración: 1 hora
- Lugar: Oficina del Experto

### **a.2) Información a tratar**

Se trata sobre el proceso de solución que realizan los expertos (antropólogos forenses) dentro del laboratorio para establecer el perfil biológico de los individuos que se identifiquen, utilizados para establecerla causa de muerte.

### **a.3) Amplitud y profundidad**

Se tratará el tema profundizando en ciertas áreas que durante la primera sesión no quedaron totalmente claras.

### **a.4) Técnica a utilizar**

Debido a que aún no se tiene completamente la visión como la tiene el experto, se puede llevar acabo la entrevista nuevamente de forma no estructurada.

## **a.5) Transcripción de la entrevista**

### **a.5.1) ¿En qué consiste la actividad que desarrollan los expertos?**

En investigar casos donde personas fueron asesinadas durante el conflicto armado interno en apoyo al Ministerio Público. Para esto, el trabajo se realiza a través de los aportes que la antropología forense puede hacer, debido, a que esta se basa en otras ciencias como la antropología física y la arqueología. El trabajo técnico consiste en la recuperación de restos óseos humanos de la mejor manera, recuperando toda evidencia que pueda aportar información sobre las personas que cometieron el crimen, la identificación de los individuos localizados en fosas y las causas de muerte.

### **a.5.2) ¿Cuáles son los pasos que se siguen?**

- Denuncia
- Visita previa
- Nombramiento
- Excavación/exhumación
- Análisis de laboratorio
- Redacción de informe final
- Entrega de informe y evidencias

### **a.5.3) ¿Cómo se realiza la tarea?**

Las personas interesadas en localizar a sus familiares, amigos, etc., junto con instituciones encargadas de dar soporte legal, ponen una denuncia ante el Ministerio Público (MP).

Ante la denuncia el MP, de oficio, debe seguir la investigación, para esto, solicita peritos en antropología forense a que realicen los trabajos de investigación. En forma conjunta con el MP se hace una visita al lugar donde señalan los testigos, y se hacen entrevistas para establecer, al menos, informalmente el número de personas que se espera encontrar, los nombres, etc. (en caso las personas conozcan estos detalles). Cuando ya se tiene esta información “preliminar”, el MP solicita la exhumación de restos, para lo que a través de un “nombramiento” designa a los peritos encargados a iniciar los trabajos del peritaje (antropología social, entrevistas; arqueología, investigación de campo: excavación, exhumación, etc.; y antropología forense, análisis de laboratorio: sexo, edad, estatura, etc., causa de muerte e identificación). Una vez finalizada la investigación se debe hacer un informe para entregar al MP, quienes (en teoría) darán seguimiento a la investigación e intentaran establecer quien fue el responsable de la muerte de las personas encontradas durante el peritaje.

#### **a.5.4) ¿Quiénes hacen la tarea?**

- Antropología social: los encargados de realización de entrevistas ante mortem, de hechos, y testimoniales, son los antropólogos sociales, quienes deben estar en la visita previa, durante la exhumación y después para confirmar información y para entrega de restos a familiares. Deben hacer un informe con el resumen de los hechos y listado de personas desaparecidas.

- **Arqueología Forense:** los encargados de la realización de excavaciones, de exhumaciones y de recuperación de evidencias (cuerpos, balística, etc.), son los arqueólogos, quienes estarán en la visita previa, durante la excavación/exhumación, y deberán entregar un informe de los hallazgos de campo.
- **Antropología Forense:** los encargados de la realización de análisis de laboratorio en el establecimiento del perfil biológico de los individuos localizados (sexo, edad, etc.) y establecer la causa de muerte e identificación a través de la comparación de la información ante mortem y postmortem (perfil biológico, el que puede ser complementado con ADN, para tener identificaciones plenas), son los antropólogos forenses (que en el caso de la fundación hay antropólogos sociales y arqueólogos, debido a que la carrera no existe como tal en Guatemala). Deberán entregar un informe final.

Antropólogos sociales y forenses y arqueólogos deben redactar juntos un informe final que será entregado al MP, el mismo va firmado por los peritos del caso, que pueden ser uno de cada área, o si el caso es grande, más de uno.

#### **a.5.5) ¿En qué aspecto cree que apoyaría un sistema experto?**

En poder realizar una comparación de datos ante mortem y postmortem, para poder tener un numero limitado de personas que se puedan identificar por osamenta. Por ejemplo, si al tener diez entrevistas, en ellas hay tres personas de 18 años, uno de 1.60 (1), uno de 1.65 (2) y uno de 1.68 (3), todos masculinos. Por otro lado, el resultado de laboratorio de una osamenta es 16 a 19 años de 1.67 a 1.74 metros de h, de sexo masculino.



Yo esperaría como resultado que indique cuál de los individuos se acerca mas a ser la persona que yo busco, entonces, la respuesta seria primero el individuo 3, segundo el individuo 2 y tercero el individuo.

Por otro lado, me gustaría que yo pueda acceder al sistema experto en busca de cosas específicas, por ejemplo, cuántos individuos de sexo femenino se han analizado, y de esas cuántas presentaban heridas por proyectil de arma de fuego en cráneo.

Individuos por región, por ejemplo, las entrevistas ante mortem que se han realizado en Zacualpa, y de esas cuáles ya se han localizado, cuáles están sin encontrarse aún. Cuántos casos se han investigado, y de esos cuántos han tenido resultado negativo, o sea, sin osamentas. Número de trincheras en un sitio, solo por poner ejemplos.

Se me ocurren mil cosas, creo que seria interesante tener una base de datos donde tengas toda la información ante mortem (entrevistas, visitas, tipo de caso – tipificar los casos selectivo, masivo, etc.); información arqueológica (por caso cuantas fosas con cuantos individuos, cuantas trincheras, si se recupero balística, lazos, palos, machetes, etc.); información postmortem (poder obtener información de todos los casos, por sexo, por edad, por estatura, por traumas, por numero de traumas, por causa de muerte, por patologías, etc.).

#### **a.5.6) ¿A quien iría dirigido las salidas del sistema experto?**

- Antropólogos sociales
- Arqueólogos forenses
- Antropólogos forenses
- Personal administrativo (para elaboración de informes)

- Personas que hagan investigación (forense, revistas, etc.).
- Personas que trabajen en comunicaciones o publicaciones.

**a.5.7) ¿Qué dificultades tiene las tareas actuales que se realizan?**

- Información dispersa
- Al momento de hacer comparaciones ante mortem y postmortem, el trabajo se dificulta, se tienen los parámetros de comparación, pero cuando el caso es muy grande se dificulta, por ejemplo, Comalapa donde la mayoría de restos son de hombres y las entrevistas también, en un rango de edad similar
- Falta de información precisa, completa de los casos

**a.5.8) ¿Qué bibliografía recomienda leer para entender los procesos de la antropología forense?**

- William Bass
- White
- Jose Vicente Rodriguez
- Hughland
- Conocimientos específicos que se encuentra en documentación dentro de las instalaciones de la Fundación de Antropología Forense de Guatemala.

## **a.6) Análisis de la sesión**

### **a.6.1) Conocimientos extraídos**

La actividad que desarrollan los expertos se divide en dos áreas, trabajo realizado en campo y en laboratorio, nos centraremos específicamente en el trabajo de laboratorio.

Es en el laboratorio donde se hace la recuperación de restos óseos humanos, recuperando toda evidencia, para lograr la identificación de los individuos localizados en fosas, las causas de muerte, otros aspectos como edad, sexo, estatura. Para lograr identificar a una persona es necesario contar con información que es recopilada por antropólogos sociales por medio de entrevistas ante mortem.

#### **a.6.1.1) Antropología social**

Son los encargados de la realización de entrevistas ante mortem, de hechos, y testimoniales, son los antropólogos sociales, quienes recopilan la información por medio de una visita previa y quienes están presentes durante la exhumación

#### **a.6.1.2) Arqueología forense**

Son los encargados de la realización de excavaciones, de exhumaciones y de recuperación de evidencias (cuerpos, balística, etc.), son los arqueólogos, quienes estarán en la visita previa

### **a.6.1.3) Antropología forense**

Son los encargados de la realización de análisis de laboratorio en el establecimiento del perfil biológico de los individuos localizados (sexo, edad, etc.) y establecer la causa de muerte e identificación a través de la comparación de la información ante mortem y postmortem.

Las salidas del sistema experto van dirigidas a Antropólogos y Arqueólogos. Dentro de las dificultades que tiene las tareas que realizan actualmente es que la información se encuentran muy dispersa, por lo que al momento de hacer comparaciones, ante mortem y postmortem, se dificulta el trabajo.

### **a.7) Evaluación de la sesión**

- Si se logró entender de forma general el ámbito del problema y lo que el sistema experto puede realizar, sin embargo es necesario profundizar en el tema. Es necesario profundizar más sobre el tema, de una forma más específica sobre los procesos que siguen los expertos.

## **b) Sesión II**

### **b.1) Realización de la Sesión**

- Objetivo: Profundizar en el área.
- Experto: Arqueóloga Claudia Rivera
- Fecha: 04/11/2005
- Duración: 2 horas
- Lugar: Oficina del Experto

### **b.2) Información a tratar**

Se trata sobre el proceso de solución que realizan los expertos (antropólogos forenses) dentro del laboratorio para establecer el perfil biológico de los individuos que se identifiquen, utilizados para establecerla causa de muerte.

### **b.3) Amplitud y profundidad**

Se tratará el tema profundizando en ciertas áreas que durante la primera sesión no quedaron totalmente claras.

### **b.4) Técnica a utilizar**

Debido a que aun no se tiene completamente la visión como la tiene el experto, se puede llevar acabo la entrevista nuevamente de forma no estructurada.

## **b.5) Transcripción de la entrevista**

### **b.5.1) ¿Podría mencionar algunos terminados empleados en la antropología forense?**

- Pericial
- Peritaje
- Discernimiento
- Nombramiento
- Arqueología
- Forense
- Antropología social
- Entrevista ante mortem
- Traumas ante mortem, circunmortem
- Patologías
- Edad biológica
- Osamenta
- Rasgos no métricos
- Taxonomía
- Sínfisis púbica
- Superficie auricular
- Causa de muerte
- Identificación plena, absoluta, tentativa, osteológica, informe pericial

### **b.5.2) ¿En qué momento se relaciona la Antropología Forense y Antropología Social?**

Quando se realiza el cotejo de entrevistas ante mortem y los resultados de la fase de antropología forense.

**b.5.3) ¿Es de suma importancia la información que puede ser recabada por los antropólogos sociales, por qué?**

Porque a través de la información que ellos obtienen se puede llegar a identificar e individualizar restos óseos humanos.

**b.5.4) ¿Cuáles son los pasos a seguir dentro del laboratorio una vez son recibidas las osamentas?**

Las osamentas se radiografían, marcan, lavan y analizan (obtención de información postmortem como sexo, edad, estatura, traumas ante y circunmortem, patologías, análisis dental, causa de muerte e identificación).

**b.6) Análisis de la sesión**

Se ha identificado algunos de los conceptos empleados en la antropología forense, que son utilizados para lograr la identificación de individuos así como los traumas circunmortem y ante mortem. Habiendo mencionado que existen 2 áreas durante el proceso de identificación (Antropología Social y Antropología Forense) se identifica que es de suma importancia la información que es recopilada por parte de los antropólogos sociales mediante las entrevistas ante mortem (antes de muerte).

Se lleva a cabo un cotejo contra los resultados obtenidos por los antropólogos forenses. Con esta información se puede llegar a identificar e individualizar restos óseos humanos.

Es en laboratorio (antropología forense) donde se lleva a cabo el análisis de una osamenta y así se obtiene la información postmortem (sexo, edad, estatura, traumas ante y circunmortem, patologías, análisis dental, causas de muerte e identificación).

#### **b.6.1) Conocimiento a educir en las próximas sesiones**

La siguiente tiene sesión tiene como fin profundizar en conceptos específicos, identificar los pasos que llevan acabo en el laboratorio de antropología forense y definir la información que es recopilada por los antropólogos sociales.

#### **b.7) Evaluación de la sesión**

Si se logró ampliar y profundizar en las áreas de antropología social y antropología forense, identificar sus diferencias. Es necesario profundizar en las dos áreas de antropología, para obtener mayor información de cómo manejan la información y cómo se relacionan.



### **c) Sesión III**

#### **c.1) Realización de la sesión**

- Objetivo: Profundizar en el área.
- Experto: Antropóloga Mirna Díaz
- Fecha: 18/11/2005
- Duración: 1 horas
- Lugar: Oficina del Experto

#### **c.2) Información a tratar**

Profundizar en el área de antropología social e identificar la información que es recopilada.

#### **c.3) Amplitud y profundidad**

Se tratará el tema profundizando en el área.

#### **c.4) Técnica a utilizar**

Entrevista Semiestructurada.

#### **c.5) Transcripción de la entrevista**

**c.5.1)** ¿Cuáles son los procesos que lleva la Fase de Antropología Social?

**c.5.2)** Detalle por favor cada uno de los procesos.

**c.5.3)** ¿Qué documentación utilizan en la antropología social para llevar acabo las entrevista ante mortem?

**c.5.4)** ¿Toda la información que reciben por medio de las entrevistas ante mortem es utilizada por los antropólogos forenses para identificar a una persona?

Si NO X

**c.5.5)** ¿De ser NO la respuesta, especifique qué información es la que es enviada a la Fase de Antropología Forense y es utilizada en un 100%?

## **c.6) Análisis de la sesión**

### **c.6.1) Conocimientos extraídos**

Es en el área de antropología social donde es recopilada toda la información referente al lugar y datos de la comunidad y población que tienen relación con las osamentas que serán analizadas. Utilizan entrevistas llamadas Entrevistas ante mortem para recopilar toda la información (lugar, datos individuales, rasgos físicos, historial médico, enfermedades, síntomas, discapacidades, traumas ante mortem, historial dental) que sirve para posteriores comparaciones una vez realizado el análisis forense. Es de vital importancia la información recopilada por los antropólogos sociales.

## **c.7) Evaluación de la sesión**

¿Se lograron los objetivos?

Si, se logro entender de forma general la información recopilada por los antropólogos sociales y como esta contribuye durante el proceso de identificación. No es necesario profundizar, con los datos obtenidos queda bastante claro el funcionamiento del área social.

## **d) Sesión IV**

### **d.1) Realización de la sesión**

- Objetivo: Identificar parámetros de comparación.
- Experto: Arqueóloga Claudia Rivera
- Fecha: 18/11/2005
- Duración: 2 horas
- Lugar: Oficina del Experto

### **d.2) Información a tratar**

Identificar con claridad los parámetros de comparación y pasos que se siguen para establecer el perfil biológico de los individuos localizados.

### **d.3) Amplitud y profundidad**

Se tratará el tema profundizando en la serie de pasos que se siguen para establecer el perfil biológico y tener una representación en forma de algoritmo.

### **d.4) Técnica a utilizar**

Entrevista Estructurada.

#### **d.5) Transcripción de la entrevista**

**d.5.1) ¿En forma general, cuáles son los métodos que aplican para determinar el perfil biológico individual de una persona, como edad, sexo, estatura?**

Los métodos utilizados en antropología forense se realizan durante necropsias, en cuerpos de personas con sexo, edad, y estatura conocida, bueno, la mayoría, o así debería ser, la idea es establecer, comparar y registrar cambios en huesos que puedan contribuir a establecer edad o estatura, por ejemplo.

En cuanto al sexo lo que se observa es la morfología del hueso para establecer el dimorfismo (debido a que sólo hay hombres y mujeres), los cambios son observables, y existen tablas que contribuyen a determinar el sexo a través de fórmulas simples de descarte (no es la palabra pero algo así), con la medición de huesos largos se puede saber si la osamenta o restos son masculinos o femeninos. En sexo se utilizan en niños el método de Schutkowski (1993), Ríos (2000). En estatura se utilizan: Fully & Pineau (1960), Trotter y Glesser (1952), Genovés (1967) y Olivier en niños (1969). En edad se utilizan: Iscan y Loth (1993) costilla, Suchey & Brooks (1986) sínfisis púbica, McKern & Stuart (1957) sínfisis púbica, Lovejoy & Meindl (1985) fusión de suturas craneales, McKern & Stuart (1957) sub adultos fusión, Suchey et al (1984) sínfisis, Moorrees (1963) dientes, Ubelaker (1989) dientes y Lamendin (año pendiente)

**d.5.2) ¿Cuáles son los pasos que siguen para determinar la edad en forma específica?**

Para edad en niños se revisa fusión de epífisis y centros de osificación, a través de eso se puede establecer parte de la edad, también se revisan los dientes que por el crecimiento de la raíz, sean deciduos o permanentes, ayuda a establecer el rango de edad. Con toda la información que se obtiene, se hace una revisión estableciendo cual puede ser la edad máxima y cual puede ser la edad mínima.

Con adultos, se revisa, sínfisis púbica, cierre de epífisis (huesos largos, clavícula, anillos vertebrales, cresta ilíaca), extremos ventrales de costillas (de la #3 a #10), faceta auricular de ilion, cierre de primer segmento de sacro; también se revisa los dientes para hacer el método de Lamendin, donde se revisan tres criterios que deben ser observables, transparencia de raíz, periodontitis y largo máximo de la raíz.

**d.5.3) ¿Cuáles son los pasos que siguen para determinar el sexo en forma específica?**

Para el sexo se revisan a nivel macroscópico, la morfología de los huesos, viendo diferencias evidentes, como, en pelvis (ángulo subpúbico, arco ventral, escotadura ciática mayor, elongación del pubis, forma del pubis), en cráneo (región supra orbital, margen supra orbital, proceso mastoides, región nucal, inclinación del frontal), en mandíbula (eminencia mental, ángulo gonial y eversión de gonion); también se puede recurrir a la medición de varios huesos que por descarte se establece si es masculino o femenino, esto en adultos.

En niño hay un método que se llama Schutkowski, y que con una invención mía, propia, se establece el ángulo de la escotadura ciática mayor, estableciendo, si es mayor de 90 grados es niña y si es menos, niño.

**d.5.4) ¿Cuáles son los pasos que siguen para determinar la estatura en forma específica?**

La estatura se determina a través de la medición de huesos largos, especialmente el fémur, o la combinación de medir huesos largos y vértebras lumbares; al obtener la medida, se aplica una fórmula donde se obtiene un rango de estatura que puede variar desde 3 cms. hasta 7 cms. de diferencia.

**d.5.5) ¿Utilizan fórmulas para determinar la edad, cuáles?**

No se utilizan para determinar edad, solo fusiones y comparación con tablas o moldes. En niños se puede utilizar un método, Olivier, que con la medición de huesos largos se puede determinar la edad, sin embargo, estas tablas son para niños caucásicos.

**d.5.6) ¿Utilizan fórmulas para determinar el sexo, cuáles?**

Se utilizan las fórmulas de Rios, que fueron hechas específicamente para la población guatemalteca.

**d.5.7) ¿Utilizan fórmulas para determinar la estatura, cuáles?**

- Genovés, Fully & Pineau, Trotter & Glesser y Olivier.
- Biografía Individual

#### **d.5.8) ¿Cómo determinan la biografía individual?**

A través del análisis se establece, no aquí, pero en el resto del mundo la quinteta básica, sexo, edad, estatura, línea ancestral y Lateralidad, pero aquí siempre no. No se utiliza línea ancestral (raza) porque no hay estudios específicos para la población guatemalteca, de igual manera la Lateralidad, que habría que estandarizar el método existente en Guatemala.

#### **d.5.9) ¿Cómo determinan la patología de un individuo?**

Se revisa en la osamenta todo cambio que no es normal, que puede ser por edad, trauma o enfermedad. Se registra toda la información, y si existe un patrón diferencial, se puede proponer una patología, o varias, según sea el caso.

#### **d.5.10) ¿Una vez determinado la edad, sexo, estatura y otras características individuales, cuál es el siguiente paso?**

También es necesario establecer si existen fracturas ante mortem, y hacer un análisis dental que ayuden a individualizar al / los individuos. Con toda la información obtenida y registrada, claro, dependiendo del número de osamentas a analizar, cuando ya estén todas se inicia el proceso de identificación.

Si se tiene una hipótesis porque algún familiar reconoció la ropa, se revisa la información ante mortem y se compara con la información postmortem, tratando de identificar criterios que ayuden a establecer la identidad del individuo.

Si no se tiene tal información, se hace lo mismo, pero se revisa contra todas las fichas ante mortem y se hace comparación de aquellos datos que sean de relevancia, si existen similitudes, se revisa minuciosamente para poder establecer la identidad de los restos.

#### **d.5.11) ¿Del área de antropología social, específicamente que información necesitan de ellos?**

De los antropólogos sociales se necesita que obtengan información ante mortem que ayude a la individualización de los restos, es necesario que ellos puedan llegar a las personas con un lenguaje fácil de entender y que con ello puedan aportar información que ayude a los antropólogos forenses. Es de suma importancia la información dental, pero al igual que todos los demás criterios, son relativos y subjetivos, por tanto el antropólogo social debe ser audaz en la recopilación de esta información. Si no se tiene información de peso, no se podrá hacer ninguna comparación y por tanto los restos no podrán ser identificados. La base de la fase de identificación esta íntimamente ligada con la información ante mortem.

#### **d.6) Análisis de la sesión**

Aplican varios métodos para determinar el perfil biológico, para determinar el sexo se basan en el largo de los huesos y el dimorfismo y formulas simples, tablas, etc.

Para determinar la edad en niños se revisan fusión de epífisis y centros de osificación, así como los dientes, y establecen así un rango de edad. En adultos se revisa la sínfisis púbica cierre de epífisis, extremos ventrales, segmento de sacro y también los dientes.



Para determinar el sexo se revisan en nivel microscópico la morfología de los huesos, viendo diferencias evidentes como en la pelvis, cráneo, mandíbula, y a la medición de varios huesos. Para determinar la estatura se determina mediante la medición de huesos largos, el fémur, o la combinación de medir huesos largos y vértebras lumbares, finalmente se obtiene un rango de estatura. No utilizan fórmulas para determinar la edad, sino que tablas y métodos de comparación. Para determinar el sexo si se utilizan fórmulas al igual que para determinar la estatura. Aunque existen métodos para determinar la biografía individual, para una osamenta no se lleva a cabo el respectivo análisis. Para determinar la patología de un individuo se revisa todo cambio que no es normal, por edad, trauma o enfermedad. Una vez determinada la edad, sexo y estatura se determina si existen fracturas ante mortem y un análisis dental para lograr individualizar individuos. Una vez teniendo la información anterior se lleva a cabo la identificación de individuos. Si se tienen información de familiares que reconocen algún tipo de ropa se revisa información ante mortem y se compara con la información postmortem. Del área de antropología social se necesita la información ante mortem para individualizar restos y de suma importancia la información dental. De no tener información no se realiza ninguna comparación.

#### **d.7) Evaluación de la sesión**

Se logró entender de forma específica los métodos para lograr la identificación de individuos y como relacionar la información de antropología social. No es necesario profundizar, con los datos obtenidos queda bastante claro los métodos utilizados y la forma de trabajo que utilizan durante el análisis de una osamenta. Aunque podría definirse una siguiente entrevista ejemplificando un caso práctico.

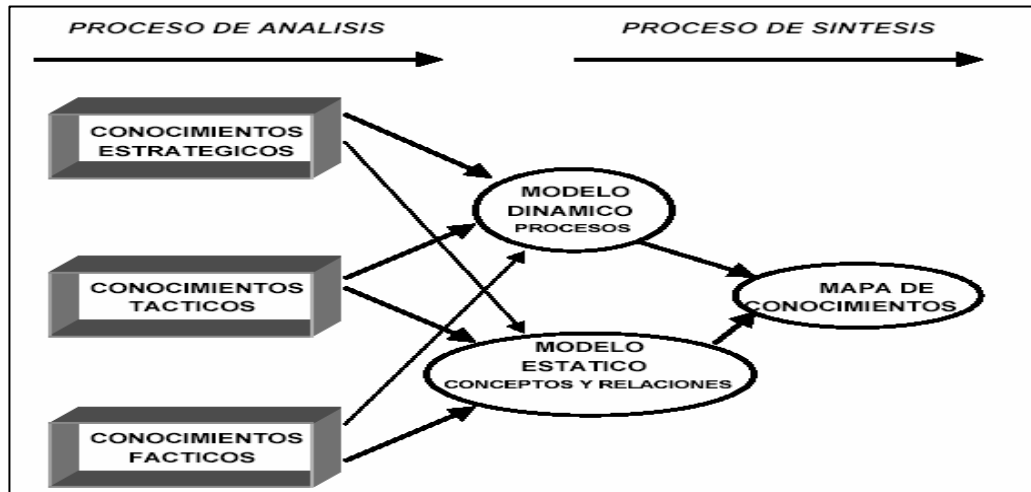
## 4. PROCESO DE CONCEPTUALIZACIÓN

La conceptualización conlleva un proceso de estructuración de los conocimientos adquiridos. Este se lleva a cabo en dos etapas. La primera se corresponde con una actividad de análisis donde se detectarán los Conocimientos Estratégicos, Tácticos y Fáticos (representados por líneas gruesas y por líneas finas respectivamente) dichos conocimientos son la base para los modelos de Síntesis. En la segunda etapa se obtiene el Modelo Dinámico y Estático que se integrará en el Mapa de Conocimiento, conformando el Modelo Conceptual del Sistema. Entender la conceptualización requiere entender cómo su estructura implementa una función, es decir cómo su Modelo Estático implementa su Modelo Dinámico y ambos modelizan el comportamiento del experto.

### 4.1. Análisis y síntesis para la conceptualización

En la figura 3 se muestran los procesos de análisis y síntesis de conceptualización.

**Figura 3. Proceso de análisis y síntesis de conceptualización.**



#### 4.2. Análisis del conocimiento

Para el análisis del conocimiento este se separa en 3 tipos de conocimiento:

##### a) Conocimientos estratégicos

Los cuales especifican qué hacer, dónde y por qué hacerlo, es decir, los conocimientos estratégicos fijan la secuencia de pasos que se deberán seguir para ejecutar la tarea.

##### b) Conocimientos tácticos

De acción u operativos, que especifican cómo y cuándo el Sistema Experto puede añadir a sus conocimientos genéricos información actual acerca del caso.

### **c) Conocimientos fácticos o declarativos**

Que especifican lo que es, o se cree que es verdad acerca del mundo en general y acerca del caso particular para el cual se está ejecutando la tarea.

También se presentan Meta conocimientos, éstos registran la forma en que el experto usa los conocimientos para tomar una decisión, pueden existir meta conocimientos en cualquier nivel, es decir éstos pueden ser meta conocimientos del tipo estratégicos, tácticos y actuales.

#### **4.2.1 Paso 1: Identificación y categorización de conceptos**

Se realiza como primer paso la identificación de los conceptos y se registran sus atributos y valores asociados, se trabaja con conocimientos fácticos especialmente los que se describen a continuación:

- Glosario de términos
- Diccionario de Conceptos
- Tabla de Conceptos-Atributos-Valores

En el glosario de términos se anota el significado de los términos que usa el experto en la resolución de su tarea.

En el diccionario de datos se anotan los conceptos funcionales de mayor nivel, detallando su utilidad, sinónimos, acrónimos, los atributos que lo definen y la derivación de los datos.

En la tabla de conceptos, atributos y valores se registran los atributos propios de cada concepto que es requerido para el modelo de la tarea del experto.

#### 4.2.2 Diccionario de conceptos

En la tabla III se muestra la forma de representación del concepto Caso FAFG.

**Tabla III. Representación del concepto Caso FAFG.**

<b>Concepto</b>	Caso FAFG
<b>Función</b>	Representa en conjunto la información de antropología social, forense, evidencia, arqueología sirve como identificador único para la Fafg
<b>Atributos</b>	No de caso, lugar, responsable, fecha, departamento, municipio
<b>Derivado de</b>	Nodo raíz

En la tabla IV se muestra la forma de representación del concepto datos de Antropología Social.

**Tabla IV. Representación del concepto datos de antropología social.**

<b>Concepto</b>	Datos de antropología social.
<b>Función</b>	Información de entrevistas ante mortem, de hechos, y testimoniales, visita previa, inhumación/ Exhumación
<b>Atributos</b>	Visita Previa, perfil entrevistado, datos personales, historial socioeconómico, rasgos físicos, desaparición, historial medico, enfermedades, síntomas dolores, discapacidades, traumas ante mortem, historial dental, ropa y efectos personales, ejecución, inhumación
<b>Derivado de</b>	Nodo raíz

En la tabla V se muestra la forma de representación del concepto datos de Antropología Forense.

**Tabla V. Representación del concepto datos de antropología forense.**

<b>Concepto</b>	Datos de antropología forense
<b>Función</b>	Información del análisis de laboratorio en el establecimiento del perfil biológico de los individuos localizados (sexo, edad, estatura), causas de muerte, identificación
<b>Atributos</b>	Resumen antropología forense, inventario de partes, registro posmortem, ficha ante mortem, patología, rasgos no métricos, estimación sexo, determinación edad, estimación estatura, odontograma, registro circunmortem
<b>Derivado de</b>	Nodo raíz

En la tabla VI se muestra la forma de representación del concepto entrevistas ante mortem adultos.

**Tabla VI. Representación del concepto entrevistas ante mortem adultos.**

<b>Concepto</b>	Entrevistas ante mortem adulto
<b>Función</b>	Es toda la información recopilada en las entrevistas ante mortem para adultos
<b>Atributos</b>	Toda la información de antropología social
<b>Derivado de</b>	Datos de antropología social

En la tabla VII se muestra la forma de representación del concepto datos personales.

**Tabla VII. Representación del concepto entrevistas datos personales.**

<b>Concepto</b>	Datos personales
<b>Función</b>	Datos Personales de la persona fallecida o desaparecida
<b>Atributos</b>	Primer, segundo nombre, primer y segundo apellido, lugar y fecha de nacimiento, edad al desaparecer, sexo, partida de defunción.
<b>Derivado de</b>	Entrevista ante mortem adulto

En la tabla VIII se muestra la forma de representación del concepto estimación sexo osamenta..

**Tabla VIII. Representación del concepto estimación sexo osamenta.**

<b>Concepto</b>	Identificación Individuos
<b>Función</b>	Identificar a individuos en base al análisis del perfil biológico de una osamenta (edad,sexo,estatura,traumas ante mortem ), y en base a la comparación con las entrevistas ante mortem
<b>Atributos</b>	Osamenta #, caso #, entrevista #, sexo estimado, rango de edad estimada, rango de estatura estimada.

#### 4.2.3 Tabla concepto atributo valor

A través de la tabla concepto atributo valor se logra establecer el tipo de información que contendrá cada atributo de la tabla diccionario de conceptos, se define para cada atributo con el formato siguiente:

- Concepto
- Atributos
- Valores

##### **a) Concepto**

Representa el concepto el cual es tomado de la tabla diccionario de conceptos.

##### **b) Atributos**

Representa a los atributos determinados de la tabla diccionario de conceptos.

### **c) Valores**

Representa el tipo de información que contendrá el atributo, algunos valores pueden ser numéricos, decimal, alfanuméricos, fechas, identificador único, Masculino, Femenino, Si, No.

#### 4.2.4 Paso 2: Identificación de la relación entre conceptos

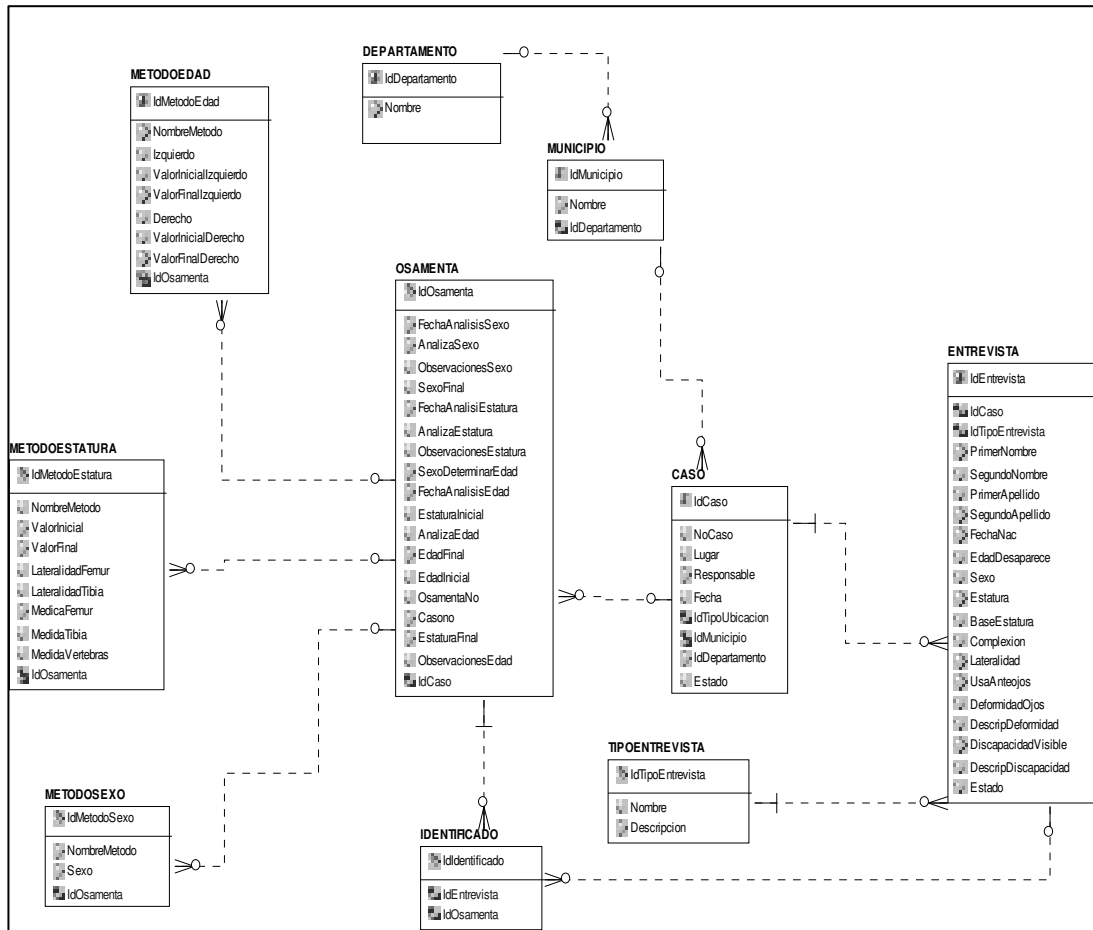
El segundo paso para la conceptualización consiste en identificar las relaciones entre conceptos. Se trabaja con conocimientos fácticos, se representa el modelo mental que el experto tiene del aspecto estático del problema, aplicando el modelo entidad relación.

### **a) Modelo entidad relación de conceptos**

Con el modelo entidad relación podemos estructurar los conceptos analizados en el diccionario de conceptos, tabla atributo valor, los cuales ayudan a identificar cada vez mas el sistema experto. En la figura 4 se presenta el diagrama entidad relación.

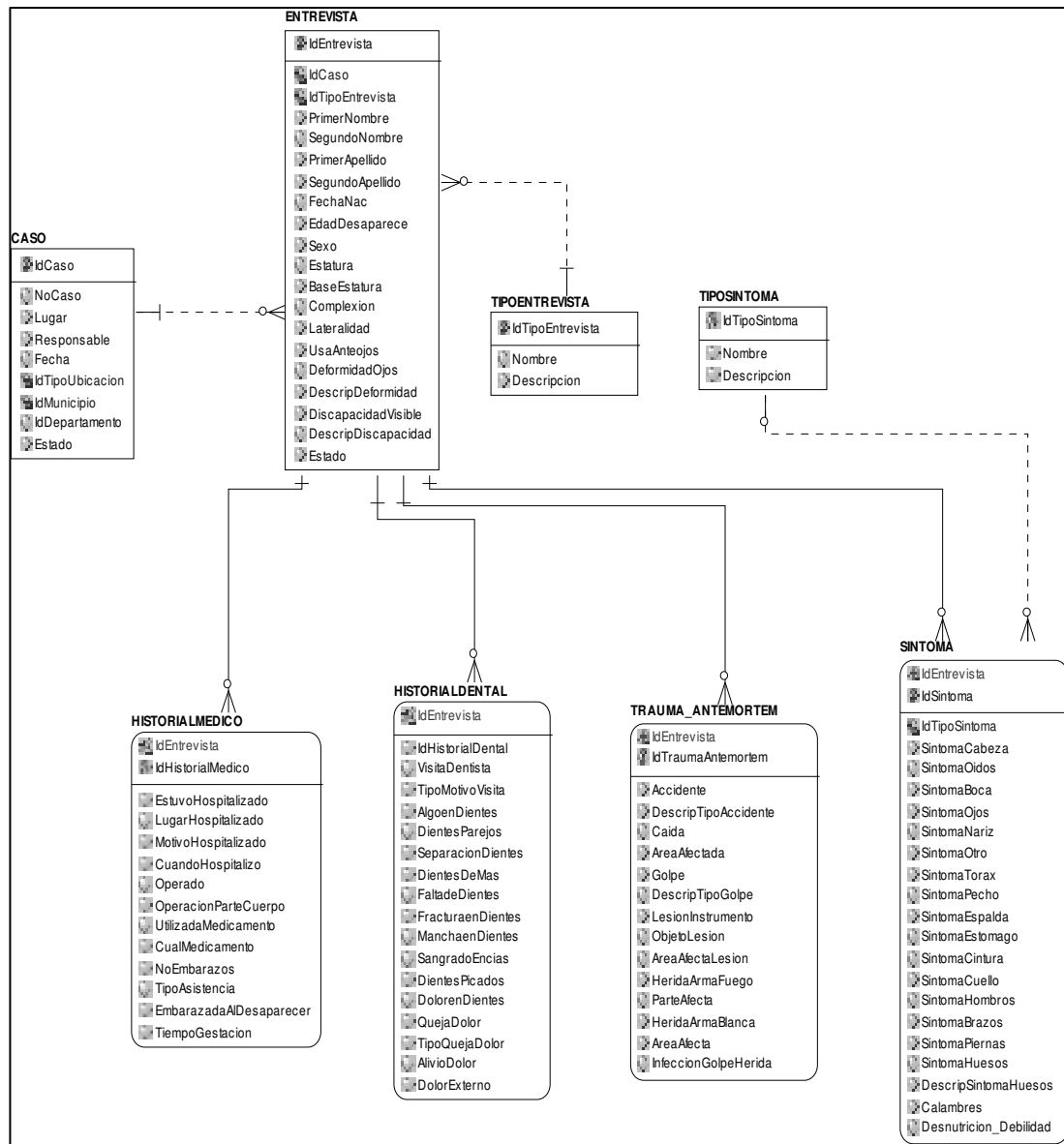


Figura 4. Diagrama modelo entidad relación.



En la figura 5 se muestra la segunda parte del modelo entidad relación.

**Figura 5. Diagrama modelo entidad relación.**



#### 4.2.5 Paso 3: Identificación de los conocimientos estratégicos

El tercer paso de la conceptualización una vez identificados los conceptos, atributos y sus relaciones, comprende la identificación de las funciones del proceso de resolución del experto, los que se encuadran dentro de los conocimientos del tipo estratégico.

##### **a) Pasos de alto nivel**

Se corresponde con el segundo y tercer nivel del árbol de descomposición funcional del problema según se detalla en la figura.

##### **b) Subpasos de la tarea**

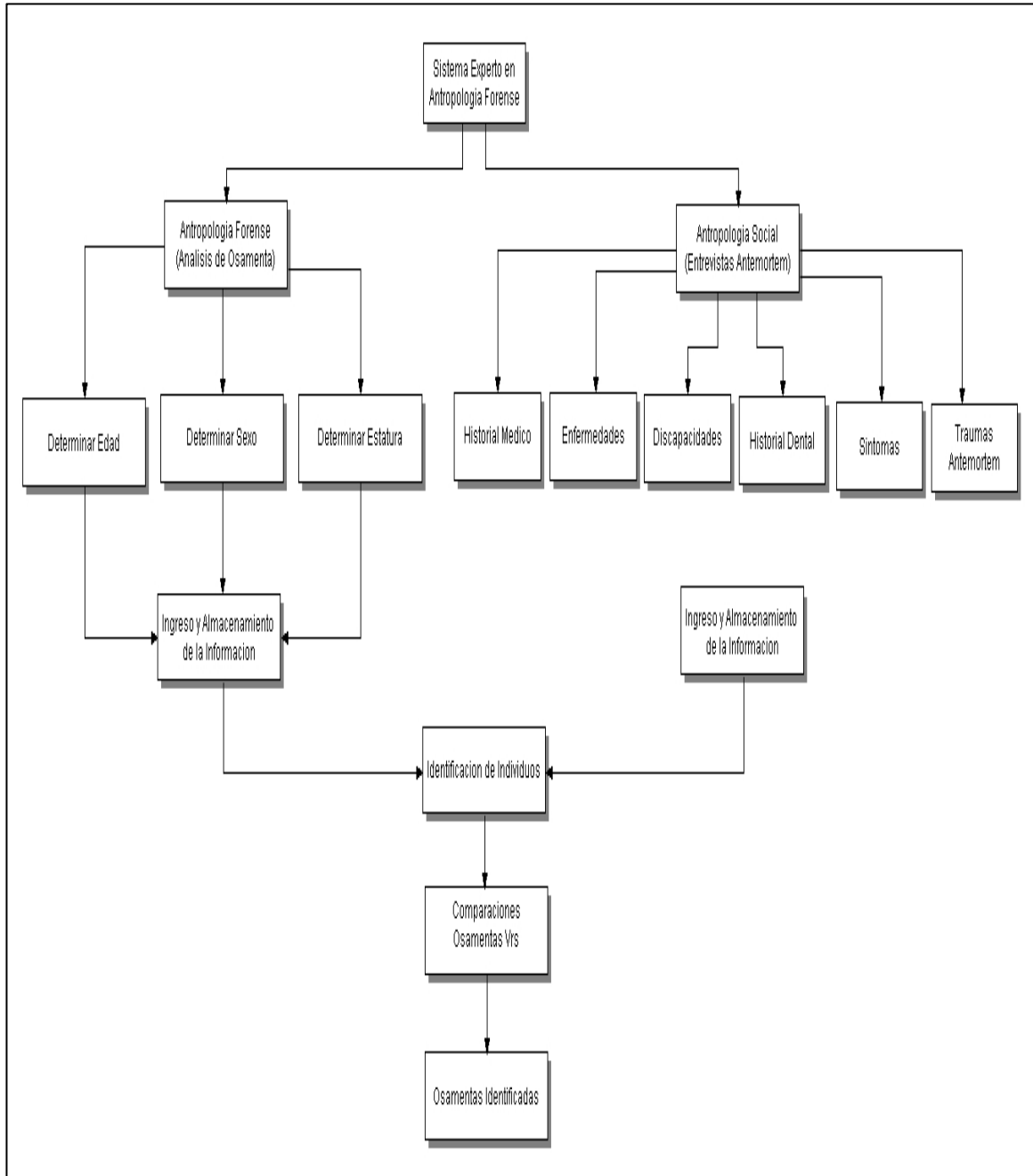
Se corresponde con el cuarto, quinto nivel del árbol de descomposición funcional del problema según se detalla en la figura.

##### **c) Subpasos de bajo nivel**

Comprende el sexto, séptimo nivel del árbol de descomposición funcional del problema según se detalla en la figura.

La figura 6 muestra los pasos modulares y el flujo de control de la tarea del experto a través de una gráfica en forma de árbol.

**Figura 6. Pasos modulares de las tareas del experto.**



#### 4.2.6 Paso 4: Identificación de los conocimientos tácticos

Los conocimientos tácticos, identifican, como el experto usa los hechos conocidos y las hipótesis actuales sobre el caso para obtener nuevos hechos e hipótesis. Este análisis ha permitido producir una definición detallada de cada paso de razonamiento que deberá ejecutar el sistema experto.

Para representar los conocimientos tácticos se ha utilizado como representación intermedia las seudo reglas. Esta representación tiene la virtud de ser sumamente intuitiva lo que facilita la comprensión por parte del experto. Muchas de las seudo reglas fueron documentándose a medida que se realizaba la comprobación de los conocimientos estratégicos.

##### 4.2.6.1 Seudo reglas

El conocimiento táctico se representa a través de seudo reglas. En la tabla XIX se muestra el diseño de seudo reglas.

**Tabla XIX. Modelo de la forma como determinar las reglas.**

<b>Estado de la Regla</b>	<b>Texto de la Regla</b>
Palabras del Experto	
Formulación en la Herramienta	
Nombre de la Regla	

### **a) Palabras del experto**

A partir de las palabras del experto durante la fase de Adquisición y como descripción detallada de la descomposición funcional realizada en el paso 2 del proceso de Conceptualización se identificaron las reglas bajo el formato: Si condición1,...., condición n entonces acción1,...., acción n”, siendo este formato habitual para el razonamiento del experto.

### **b) Formulación externa de las reglas**

A partir de la identificación de reglas del experto se formalizan las reglas considerando la categorización de conceptos realizada en el primer paso del proceso de Conceptualización.

### **c) Formulación en la herramienta**

En la fase de Implementación, se representa la pseudo regla en el software a utilizar y luego se transcribe a esta tabla.

### **d) Nombre de la regla**

Es un nombre que identifica a cada una de las reglas en la herramienta software. Las pseudo reglas se han documentado de manera de seguir los pasos modulares descritos en los conocimientos estratégicos, y se han agrupado en tres grandes bloques que representan las actividades que desarrolla el experto en sus tareas.

Se debe de hacer una comprobación si es posible de los conocimientos fácticos, revisando todas las pseudo reglas, para realizar la tarea de autocomprobación se deben considerar casos de prueba previamente descritos, y comprobar el accionar del experto que coincida con las representaciones de los conocimientos fácticos.

Describiremos las reglas más importantes utilizadas en el desarrollo del sistema experto, para que nos permitan tener una visión más general de las reglas empleadas.

- **Área:** Antropología Forense
- **Utilizada Para:** Determinar la Edad
- **Por medio de:** Sínfisis Púbrica

En la tabla X se muestran las reglas para determinar la edad por sínfisis púbrica en estado 1.

**Tabla X. Regla para determinar la edad por sínfisis púbrica en estado 1.**

<b>Estado de la Regla</b>	<b>Texto de la Regla</b>
Palabras del Experto	Si el Método es por Sínfisis Púbrica y el Sexo de la Persona es Masculino Y la fase de Sínfisis Púbrica es 1 Entonces Rango de Edad = 15- 23
Nombre de la Regla	R.E.1 (Suchey Brooks)

En la tabla XI se muestran las reglas para determinar la edad por sínfisis púbrica en estado 2.

**Tabla XI. Regla para determinar la edad por sínfisis púbica en estado 2.**

<b>Estado de la Regla</b>	<b>Texto de la Regla</b>
Palabras del Experto	Si el Método es por Sínfisis Púbica y el Sexo de la Persona es Masculino Y la fase de Sínfisis Púbica es 2 Entonces Rango de Edad = 19-34
Nombre de la Regla	R.E.1 (Suchey Brooks)

En la tabla XII se muestran las reglas para determinar la edad por sínfisis púbica en estado 3.

**Tabla XII. Regla para determinar la edad por sínfisis púbica en estado 3.**

<b>Estado de la Regla</b>	<b>Texto de la Regla</b>
Palabras del Experto	Si el Método es por Sínfisis Púbica y el Sexo de la Persona es Masculino Y la fase de Sínfisis Púbica es 3 Entonces Rango de Edad = 21-46
Nombre de la Regla	R.E.1 (Suchey Brooks)

De igual manera se determinan las reglas para determinar rangos de edad, utilizando el método por extremo costilla, superficie auricular (Lovejoy), superficie auricular (Osborne 1989), clavícula medieval, cresta iliaca anterior, Albert & Mapes y Segmento de Sacro en las cuales varia el rango de edad estimado dependiendo el sexo de la persona y la fase en que se encuentra el hueso analizado.



#### 4.2.7 Paso 5: Identificación de los conocimientos fácticos

En este paso se completa la identificación de los conocimientos fácticos iniciada en el paso 1 y 2 donde se documentó la identificación, comparación, categorización y relaciones entre los conceptos. Los conocimientos fácticos del experto contienen información que el SE conocerá “a priori” acerca del área de aplicación y la información que el sistema obtendrá acerca del caso específico al ejecutar la tarea. En este paso se organiza la información recopilada acerca de cada atributo general de acuerdo al siguiente formato estándar:

A continuación los atributos que corresponden a valores para determinar sexo, edad, estatura, identificación de individuos. Algunos conocimientos fácticos identificados más importantes del sistema experto. En la tabla XIII se muestra la definición de conceptos fácticos para la estimación de sexo cintura pélvica.

**Tabla XIII. Definición concepto fáctico estimación de sexo cintura pélvica.**

<b>Información</b>	<b>Descripción</b>
<b>Nombre</b>	Cintura Pélvica
<b>Concepto</b>	Estimación de Sexo
<b>Descripción</b>	Método basado en cintura pélvica para determinar sexo
<b>Tipo Valor</b>	Angulo Subpúbico, presencia arco ventral, escotadura, ciática mayor, elongación del pubis, forma de pubis.
<b>Rango de Valores</b>	Marcado y no Marcado con alguno de los siguientes valores angosto, intermedio, ancho, no establecido, poco alongado, ambiguo, alongado, triangular, rectangular, amplio, curvo y plano.

Información	Descripción
<b>Detalle acerca del método para obtener información</b>	Existen combinaciones dependiendo si se encuentra presente y el estado de los huesos tanto para sexo masculino y femenino
<b>Uso</b>	Determina el sexo por cintura pélvica

En la tabla XIV se muestra la definición de conceptos fácticos para la estimación de sexo cráneo.

**Tabla XIV. Definición concepto fáctico estimación de sexo cráneo.**

Información	Descripción
<b>Nombre</b>	Cráneo
<b>Concepto</b>	Estimación de Sexo
<b>Descripción</b>	Método basado en cráneo para determinar sexo
<b>Tipo Valor</b>	Región supra orbital, margen supra orbital, proceso mastoides, región nugal, frontal, órbitas
<b>Rango de Valores</b>	Marcado y no Marcado con alguno de los siguientes valores robusto, intermedio, grácil, no establecido, romo, afilado, inclinado, vertical, cuadradas, redondas
<b>Detalle acerca del método para obtener información</b>	Existen combinaciones dependiendo si se encuentra presente y el estado de los huesos tanto para sexo masculino y femenino
<b>Uso</b>	Determina el sexo por cráneo
<b>Formato de los datos de salida</b>	Se presenta al usuario el sexo final Masculino o Femenino

En la tabla XV se muestra la definición de conceptos fácticos para el número de osamentas.

**Tabla XV. Definición concepto fáctico numero de osamenta.**

<b>Información</b>	<b>Descripción</b>
<b>Nombre</b>	Osamenta #
<b>Concepto</b>	Estimación de Sexo
<b>Descripción</b>	Indica la osamenta a la cual se esta determinado el sexo
<b>Tipo Valor</b>	Numérico
<b>Rango de Valores</b>	Todos los numéricos
<b>Detalle método</b>	El usuario ingresa el numero de osamenta la cual esta asociada a un caso
<b>Uso</b>	Representa el numero de una osamenta
<b>Formato de los datos de salida</b>	Se presenta al usuario una casilla para que ingrese el correspondiente numero de la osamenta

#### 4.3. Síntesis de conocimientos

Durante el análisis de conocimiento se ha desarrollado el proceso de análisis de los conocimientos, identificando, modelando y documentando los conocimientos estratégicos, tácticos y fácticos. A continuación en la síntesis de conocimientos se realizan los modelos de procesos dinámicos y estáticos, para luego formar el Mapa de conocimientos.

##### 4.3.1 Modelo de procesos dinámico y estático

Para la construcción del modelo dinámico hay que tomar como punto de partida la identificación de los conocimientos estratégicos, definir una jerarquía entre las tareas y comprobar que no haya errores u olvidos.

Se toma una por una las tareas que previamente se definieron en el árbol funcional (Proceso 3) y se delimita el área dentro del Modelo Entidad Relacional de Conceptos, para identificar que conceptos intervienen en X proceso.

En la tabla XVI se muestran algunas tareas utilizadas para determinar el rango de edad.

**Tabla XVI. Definición tarea determinar rango de edad.**

<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>
<b>Determinar Edad</b>	<p><b>Definición de la Meta</b></p> <p>Determinar un rango de edad</p> <p><b>Entradas Necesarias</b></p> <p>Sexo osamenta</p> <p>Lateralidad y Fase en que se encuentra Sínfisis Púbrica</p> <p>Lateralidad y Fase en que se encuentra Extremo Costilla</p> <p>Lateralidad y Fase en que se encuentra Superficie Auricular</p> <p>Lateralidad y Fase en que se encuentra Clavícula Medial</p> <p>Lateralidad y Fase en que se encuentra Cresta Iliaca Anterior</p> <p>Rango de Valores para aplicar formula de Lamendin 1992</p> <p><b>Salida Producida</b></p> <p>Para la osamenta analizada, un rango de edad posible</p>

En la tabla XVII se muestra la definición de conceptos fácticos para identificar osamentas.

**Tabla XVII. Definición tarea identificar osamentas.**

<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificar Osamentas</b>	<p><b>Definición de la Meta</b></p> <p>Identificar Osamentas una vez determinado el perfil biológico de una osamenta ( edad, sexo, estatura, traumas ante mortem)</p> <p><b>Entradas Necesarias</b></p> <p>Rango de Edad Estimada, Sexo Estimado, Rango de Estatura Estimado</p> <p>Datos Entrevista ante mortem ( Información recopilada en las entrevistas que luego serán utilizadas para identificar la osamenta )</p>

<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>
	<p><b>Salida Producida</b></p> <p>Osamenta Identificada, muestra aquellas Entrevistas ante mortem y Osamentas Analizadas que tengan una relación en cuanto al perfil biológico estimado</p>

En la tabla XVIII se muestra la definición de conceptos fácticos para identificar osamentas en base a la edad.

**Tabla XVIII. Definición tarea identificar osamenta en base a la edad.**

<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>
<b>Identificar por Edad</b>	<p><b>Definición de la Meta</b></p> <p>Identificar Osamentas en base a la Edad</p> <p><b>Entradas Necesarias</b></p> <p>Datos Entrevista ante mortem ( Información recopilada en las entrevistas que luego serán utilizadas para identificar la osamenta )</p> <p>Rango de Estatura Estimada</p> <p><b>Salida Producida</b></p> <p>Osamenta Identificada, muestra aquellas Entrevistas ante mortem y Osamentas Analizadas que tengan una relación en cuanto al rango de edad estimada y la edad que tenía la persona al desaparecer</p>

En la tabla XIX se muestra la definición de conceptos fácticos para lograr la identificación de individuos.

**Tabla XIX. Conceptos que intervienen en un proceso de identificación.**

<b>Tareas</b>	<b>Conceptos que interviene</b>
<b>Determinar Edad</b>	Caso, Osamenta, MétodoEdad
<b>Determinar Sexo</b>	Caso, Osamenta, MétodoSexo
<b>Determinar Estatura</b>	Caso, Osamenta, Método Estatura
<b>Entrevistas Antemortem</b>	Departamento, Municipio, Tipo Ubicación, Caso, Entrevistas Ante mortem, Enfermedad, Discapacidad, Historial Dental, Trauma Ante mortem Síntoma, Historial Medico
<b>Identificación de Individuos</b>	Caso, Osamenta, Entrevista Ante mortem, Identificado, Edad Estimada, Sexo Estimado, Estatura Estimada

#### 4.3.1.1 Modelo de procesos estático

El modelo estático esta formado por los siguientes componentes que han sido documentados previamente durante el proceso de análisis de conocimientos fácticos:

- Glosario de Términos
- Diccionario de Conceptos
- Modelo Relacional de Conceptos
- Tabla Concepto Atributo Valor

#### 4.4. Formalización del conocimiento

En la fase de conceptualización se desarrollaron la tabla de concepto atributo valor y las pseudo reglas. En la etapa de conceptualización preparemos los datos para aplicarlos a herramientas computacionales. Se utilizan los siguientes formalismos:

- Reglas de Producción
- Marcos
- Procedimientos para los procesos a realizar

#### 4.4.1 Reglas de producción

Las pseudo reglas ya definidas en la fase de conceptualización son utilizadas para transformarlas en reglas de inferencia. Ejemplo:

Regla 1 – XX Si x entonces y else z

#### 4.4.2 Marcos

A través de formalismos de Marcos se representan los conceptos y sus atributos determinados en la fase de conceptualización. Cada concepto de la tabla concepto atributo valor será un MARCO DE CLASE. Cada atributo de la tabla concepto atributo valor será un SLOT del correspondiente marco. Los valores de cada atributo correspondiente a las propiedades de Marco se detallan a través de las facetas que expresan de múltiples formas los valores con los que se puede rellenar cada propiedad. Las facetas pueden ser:

Facetas que definen propiedades de la clase, instancia y relación, cardinalidad mínima y máxima de valores se representa por RANURA. Facetas que definen propiedades de clases y relaciones, representadas por propiedad general. Facetas que definen propiedades de instancia, valores permitidos, valores por omisión, valores por defecto, si necesito, si añadido, si modifiko, si borro, que se utilizan al añadir, modificar, borrar un valor en una propiedad.

#### 4.4.3 Marcos clase

Se utilizan para representar conceptos claves o situaciones genéricas dadas por un conjunto de propiedades, unas con valores asignados y otras sin valores asignados que son comunes al concepto. A continuación se detallan algunos de los marcos utilizados:

##### a) Construcción de marcos

En la tabla XX se muestra el marco clase persona.

**Tabla XX. Marco clase persona.**

<b>Marco Clase PERSONA (entrevista)</b>			
<b>Slot</b>	<b>Tipo Slot</b>	<b>Min/Max</b>	<b>Valores Permitidos</b>
IdPersona(entrevista)	Numérico		
IdCaso	Numérico(Marco Caso)		
PrimerNombre	Texto		
SegundoNombre	Texto		
PrimerApellido	Texto		
SegundoApellido	Texto		
Lugar	Texto		
FechaNac	Fecha		
Edad	Numérico		
Sexo	Numérico		
DocIdentificacion	Texto		
Cedula	Texto		
PartidaDefuncion	Texto		



En la tabla XXI se muestra el marco clase edad.

**Tabla XXI. Marco edad.**

<b>Marco EDAD</b>			
<b>Slot</b>	<b>Tipo Slot</b>	<b>Min/Max</b>	<b>Valores Permitidos</b>
Idestatur	Marco Persona		
FechaAnalisis	Texto		
Sexo	Numérico		1=Masculino, 0=Femenino
EdadFinalA	Numérico		
EdadFinalB	Numérico		
OsamentaE	Numérico		
CasoEdad	Texto		
IdCasoE	Numérico		

En la tabla XXII se muestra el marco clase estatura.

**Tabla XXII. Marco estatura.**

<b>Marco ESTATURA</b>			
<b>Slot</b>	<b>Tipo Slot</b>	<b>Min/Max</b>	<b>Valores Permitidos</b>
Idestatura	Marco Persona		
FechaAnalisis	Texto		
OsamentaEstatura	Numérico		
CasoEst	Texto		
EstaturaFinalA	Numérico		
EstaturaFinalB	Numérico		
IdCasoEst	Numérico		

## 5. DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

La herramienta utilizada para el desarrollo del Sistema Experto es EHSIS. EHSIS 1.0 es un generador de sistemas expertos que está escrito en lenguaje C para Win32, por lo que se puede utilizar en el sistema operativo Windows NT. Es capaz de ejecutar programas escritos en su propio lenguaje mediante interpretación. Para el presente trabajo de investigación final se utilizó la versión 1.0.

### 5.1. Terminología empleada en EHSIS, conceptos generales

Con Ehsis podemos representar la información en tres formas: Hechos, objetos y variables globales. Ehsis maneja el concepto de FACTS o Hechos. Un hecho es una lista de átomos que son referidos por posición (hechos ordenados) o por nombre (no ordenados o con plantilla). Los hechos son referidos por un índice o por dirección. La forma impresa de una dirección de un hecho es:

<Fact-XXX> donde XXX es el índice del hecho.

Los hechos son uno de los tres métodos básicos para representar la información en el sistema de EHSIS. Cada hecho representa una pieza de información que ha sido situada en la actual lista de hechos. Los hechos son básicamente la unidad de datos utilizada por las reglas. Los hechos pueden ser añadidos a la lista de hechos (utilizando el comando assert), borrados de la lista de hechos (utilizando el comando retract), modificados (utilizando el comando modify) o duplicados (utilizando el comando duplicate) a través de la intervención directa del usuario o cuando EHSIS está ejecutando un programa.

Sintaxis:

(assert <patrón-RHS>+)

### **a) Hechos ordenados**

Los hechos ordenados consisten en un símbolo seguido por una secuencia de cero o más campos separados por espacios y delimitados por un paréntesis de apertura a la izquierda y un paréntesis de cierre a la derecha.

Ejemplos:

(El sexo de la persona esa masculino)

Los campos en un hecho ordenado pueden tener cualquiera de los tipos de datos primitivos y no hay ninguna restricción en la ordenación de los campos.

### **b) Hechos no ordenados**

Los hechos ordenados codifican la información por posición. Para acceder a esa posición, un usuario no sólo debe saber qué datos están almacenados en el hecho sino también qué campos contienen al dato. Los hechos no ordenados (**deftemplate**) ofrecen al usuario la facilidad de abstraer la estructura de un hecho asignando nombres a cada campo del hecho. La construcción **deftemplate** es usada para crear una plantilla que puede ser utilizada para acceder a los campos por nombre. El sistema experto se baso en hechos no ordenados para representar la información.

### **c) Objetos**

Un objeto en EHSIS está definido que sea un símbolo, una cadena, un número real o entero, una lista, una dirección externa o una instancia de una clase definida por el usuario. Una clase es una plantilla para propiedades y comportamiento común de objetos que son instancias de una clase. El Lenguaje Orientado a Objetos (COOL) que posee EHSIS, ofrece soporte a múltiples herencias: una clase puede directamente heredar campos y manejadores de mensajes de más de una clase.

### **d) Variables globales**

La construcción `defglobal` permite que puedan definirse variables de ámbito global a través de todo el entorno de EHSIS. Esto es, una variable global puede ser accedida en cualquier lugar en el entorno de EHSIS y mantener su valor independiente de otras construcciones.

## 5.2. Representación del conocimiento

EHSIS ofrece los paradigmas procedural y heurístico para representación del conocimiento. El sistema experto se baso en el paradigma procedural para llevar acabo la representación del conocimiento.

### 5.2.1 Reglas y conocimiento heurístico

Las reglas son utilizadas para representar heurísticas, que especifican un conjunto de acciones a ser realizadas cuando una determinada situación se da. En el sistema experto se definieron un conjunto de reglas para dar solución al problema. Al antecedente de una regla también se le suele referir como la parte condicional (o `if`) o la parte izquierda de la regla (LHS).

La consecuencia de una regla también es referida como la parte de consecuencia (o then) o la parte derecha de la regla (RHS). El antecedente de una regla es un conjunto de condiciones (o elementos condicionales) que deben satisfacerse para que la regla se aplique. El proceso de comparar (o confrontar) hechos y objetos con patrones se llama confrontación de patrones (pattern-matching). EHSIS proporciona un mecanismo, llamado motor de inferencia, que automáticamente confronta patrones contra el actual estado de la lista de hechos y la lista de instancias de objetos y determina qué reglas son aplicables.

En cierto modo, las reglas pueden ser consideradas como sentencias del tipo IF-THEN comúnmente encontradas en lenguajes procedurales como el C o Ada. Sin embargo, las condiciones de una sentencia IF-THEN en un lenguaje procedural sólo son evaluadas cuando el control de flujo del programa está directamente sobre dicha sentencia. Por el contrario, las reglas actúan como una sentencia WHENEVER-THEN.

El motor de inferencia siempre mantiene la pista de las reglas que tienen sus condiciones satisfechas y así las reglas pueden inmediatamente ser ejecutadas cuando son aplicables.

### 5.3. El lenguaje orientado a objetos

En un lenguaje puro OOP, todos los elementos de la programación son objetos que pueden ser manipulados a través de mensajes. En EHSIS, la definición de un objeto es mucho más restringida: los números reales y los enteros, símbolos, cadenas, listas, direcciones externas, direcciones de hechos e instancias de clases definidas por el usuario.

Todos los objetos pueden ser manipulados con objetos, excepto las instancias de clases definidas por el usuario, que deben hacerlo. Para el desarrollo del sistema experto se utilizó el lenguaje orientado a objetos, uso de clases, instancias, manejadores de mensajes para representar el conocimiento.

#### 5.4. Estrategias para la resolución de conflictos

EHSIS ofrece siete estrategias de resolución de conflictos: depth, breadth, simplicity, complexity, LEX, MEA y random. La estrategia por defecto es depth. La estrategia actual puede ser elegida utilizando el comando set-strategy.

##### **a) Estrategia depth**

Las reglas que han sido activadas recientemente son situadas por encima de todas las reglas de igual prioridad.

Por ejemplo, dados el hecho-a que activa regla-1 y regla-2 y hecho-b que activan regla-3 y regla-4, entonces si hecho-a es añadido a la lista de hechos antes que hecho-b, regla-3 y regla-4 estarán encima de regla-1 y regla-2 en la agenda.

#### 5.5. Manejo de reglas en EHSIS

Uno de los principales medios para representar el conocimiento en EHSIS son las reglas. Una regla es una colección de condiciones y las acciones asociadas que serán llevadas a cabo si estas condiciones se cumplen. En el desarrollo del sistema experto se definen reglas que describen como solucionar el problema.

Las reglas se ejecutan (o se disparan) basándose en la existencia o no existencia de hechos o de instancias de clases definidas por el usuario. EHSIS ofrece el mecanismo (el motor de inferencia) que intenta hacer coincidir las reglas con el estado actual del sistema (como se representa por la lista de hechos y la lista de instancias) y realiza las acciones. Las reglas nos permitirán el representar el conocimiento del Experto (antropología forense).

### **a) La definición de reglas**

Las reglas se definen utilizando la construcción `defrule`, cuya sintaxis es:

`(defrule <nombre> [<comentario>]`

`[<declaración>]; Propiedad de la regla.`

`<condición>*; Parte izquierda (LHS)=><acción>*); Parte derecha (RHS).`

En el desarrollo del sistema experto se aplicaron reglas de la forma IF-THEN-ELSE, aplicando una representación del conocimiento procedural, utilizando funciones de tipo `DEFFUNCTION` que contiene a las reglas y meta reglas. Existe definición de reglas para las siguientes áreas dentro del sistema experto:

- Determinar Edad
- Determinar Sexo
- Determinar Estatura
- Identificar Individuos

## **b) Reglas para determinar la edad**

Para determinar la edad se debe de seleccionar el sexo a analizar, existe una variación en los resultados e interpretación de las reglas si se selecciona Sexo Masculino o Sexo Femenino. Después de haber seleccionado el sexo, dependiendo del método a utilizar para establecer el rango de edad, se debe de seleccionar la orientación del hueso a analizar, Izquierda o Derecha. Es por eso que las dos primeras reglas hacen referencia al sexo y a la orientación dependiendo del método.

Además de saber la orientación se debe de saber en qué fase se encuentra el hueso a analizar, por ello también forma parte de las reglas para determinar la edad la fase en que se encuentra el hueso.

Una vez determinado el sexo, la orientación, el método a utilizar, el sistema experto aplica las reglas en base a una tabla de valores que contiene información sobre que resultado mostrar dependiendo de lo seleccionado por el usuario, esta tabla de valores es la representación del conocimiento del experto. Finalmente para mostrar el rango de valores final se aplica una regla que calcula la media y la desviación Standard, para encontrar los rangos.

## **c) Reglas para determinar el sexo**

Para determinar el sexo se debe de marcar dependiendo del método a utilizar el estado en que se encuentra el hueso a analizar. Se aplican las reglas que surgen de las combinaciones posibles entre la selección de solo un valor de entre los 4 posibles a nivel de columnas y 6 valores seleccionados a nivel de filas si fuera el método de cintura pélvica o cráneo, todas en base al total de repeticiones que pudiera tener cada columna.



#### **d) Reglas para determinar la estatura**

Para determinar la estatura se debe de ingresar previamente los datos de medidas de huesos como Largo máximo de fémur, largo máximo de tibia, medida de fémur, medida de tibia, sumatoria de las 5 vértebras lumbares, medida del hueso radio, cubito. Una vez ingresado estos valores, se disparan reglas que contienen funciones matemáticas ya establecidas que determinan el rango de estatura.

#### **e) Fórmulas aplicadas**

Durante el desarrollo del sistema experto se utilizaron fórmulas matemáticas dependiendo del método para determinar estatura.

##### **e.1) Genoves, 1967 Masculino Fémur**

$$\text{Estatura (cm)} = 2.26(\text{Fémur}) + 66.379 - 2.5 \pm 3.417$$

##### **e.2) Masculino tibia**

$$\text{Estatura (cm.)} = 1.96 (\text{Tibia}) + 93.752 - 2.5 \pm 2.815$$

##### **e.3) Femenino fémur**

$$\text{Estatura (cm)} = 2.59(\text{Fémur}) + 49.742 - 2.5 \pm 3.816$$

##### **e.4) Femenino tibia**

$$\text{Estatura (cm.)} = 2.72 (\text{Tibia}) + 63.781 - 2.5 \pm 3.513$$

### **e.6) Método compuesto (masculino)**

$$\text{Estatura (cm.)} = (2.52 \text{ Rad}) - (0.07) + (0.44 \text{ Hum}) + (2.98 \text{ Per}) - (0.49 \text{ Tib}) + (0.68 \text{ Fem}) + 95.113 - 2.50 \pm 2.614$$

### **e.7) Método compuesto (femenino)**

$$\text{Estatura (cm.)} = (8.66 \text{ Rad}) - (7.37 \text{ Cubito}) + (1.25 \text{ Tibia}) - (0.93 \text{ Fem}) + 96.674 - 2.50 \pm 2.812$$

### **e.8) Fully y Pineau, 1960**

$$\text{Estatura (cm.)} = 2.09 (\text{Fémur}) + \Sigma 5 \text{ Vert.Lumbares} + 42.67 \pm 2.35$$

$$\text{Estatura (cm.)} = 2.32 (\text{Tibia}) + \Sigma 5 \text{ Vert.Lumbares} + 48.63 \pm 2.54$$

### **e.9) Trotter y Gleeser, 1958 (ladinos masculinos)**

#### **e.9.1) Fémur**

$$\text{Estatura (cm.)} = 2.40 (\text{Fem}) + 58.67 \pm 2.99$$

#### **e.9.2) Tibia**

$$\text{Estatura (cm.)} = 2.34 (\text{Tib}) + 80.07 \pm 3.52$$

## 5.6. Funcionamiento general del sistema experto

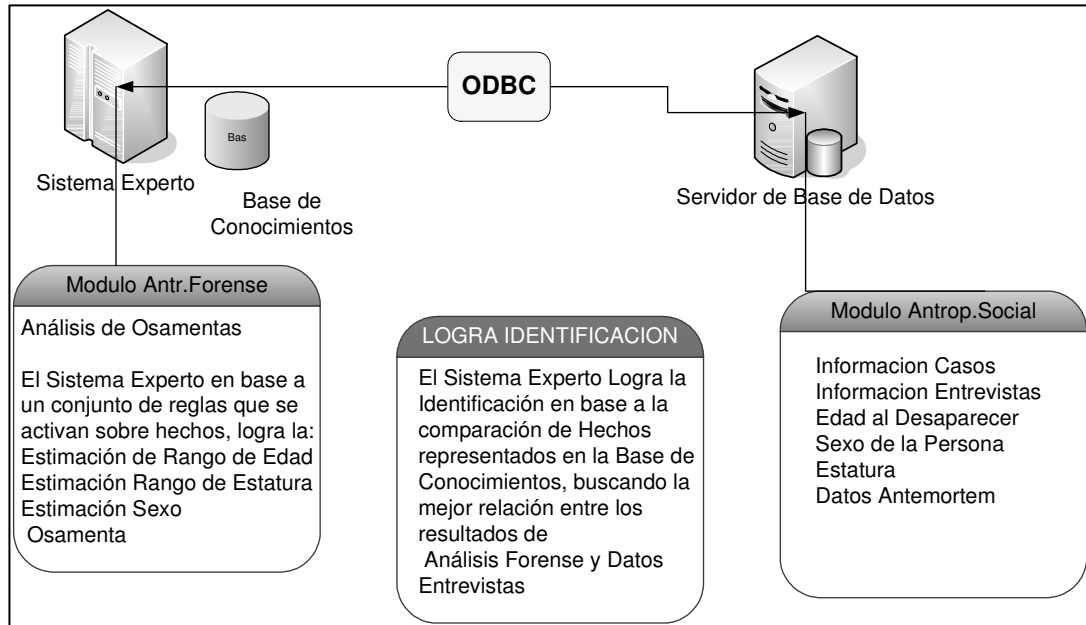
### **a) Identificación de individuos**

Para llevar a cabo el proceso de identificación de un individuo es necesario tener cargada la base de conocimientos del sistema experto, dicha base contiene información relacionada a las entrevistas ante mortem que son recopiladas por antropólogos sociales en las comunidades y lugares donde se encuentran osamentas.

Las entrevistas ante mortem (antes de muerte) son ingresadas a una base de datos relacional mediante una aplicación cliente servidor.

Para identificar el Sistema Experto en base a un conjunto de reglas establecidas que permiten identificar parámetros de comparación entre: Datos de una Entrevista (Edad al desaparecer, Sexo de la persona desaparecida, Estatura, Datos ante mortem) y Datos de las Osamentas Analizadas (Rango de Edad Estimada, Sexo Estimado, Rango de Estatura Estimada), el sistema experto identifica las mejores comparaciones y las que más se acercan, según los criterios de Identificación. Véase figura 7.

**Figura 7. Diagrama funcionamiento general del sistema experto.**



### 5.6.1 Módulo de antropología social

En el módulo de antropología se encuentra:

- Ingreso de Casos
- Modificación de Casos
- Eliminación de Casos
- Ingreso de Entrevistas ante mortem
- Modificación de Entrevistas ante mortem
- Eliminación de Entrevistas ante mortem
- Generación Archivo de Salida

EL ingreso de Casos, permite que el usuario de la aplicación ingrese información referente a casos que representa en conjunto la información de antropología social, forense, evidencia, arqueología y sirve para identificar de forma única un lugar de exhumación, donde se encuentran localizadas posibles osamentas.

En el ingreso de casos se solicita información de número de caso, fecha, lugar, responsable, Departamento y Municipio y Tipo de Ubicación del lugar.

La modificación de casos permite la modificación de la información del caso. La eliminación de casos permite que sea eliminado un caso en específico.

Una vez ingresado un caso, es necesario el ingreso de las entrevistas ante mortem, que solicitan información de:

Datos Generales de la Entrevista, como nombres y apellidos de la persona a la cual hacen referencia los entrevistados, edad al desaparecer, sexo y fecha de nacimiento.

Rasos Físicos de la persona como estatura, complexión, lateralidad, uso de anteojos, deformidad en ojos, anomalías visibles de la persona.

Historial Medico, donde se ingresa información sobre si hospitalizaba en algunas ocasiones la persona, motivo de la hospitalización, operaciones, si utilizaba medicamentos, número de embarazos, tiempo de gestación, si se encontraba la persona embarazada al desaparecer.

Enfermedades, se ingresa información referente a las enfermedades que padecía la persona, tuberculosis, venéreas, poliomielitis, tos frecuente, llagas en la piel, diabetes, dolor de pulmones, infecciones, ataques.

Anomalías, se ingresa información respecto a las anomalías que padecía la persona como anomalías en cabeza, cara, cuello, espina, espalda, pecho, cintura, caderas, piernas, pies, brazos, dedos.

Síntomas, se ingresa información referente a posibles síntomas que padecía la persona, tipo de síntoma, tos frecuente, síntomas en cabeza, tórax, cuello, brazos, dolor de huesos, calambres, ojos, pecho, hombros, piernas, pies, oídos, espalda, nariz y cintura.

Discapacidades, se ingresa información referente a discapacidades de la persona, como discapacidades físicas, mentales, sensoriales, alguna discapacidad en partes del cuerpo.

Traumas ante mortem, se ingresa información describiendo posibles traumas que la persona padecía como accidentes, caídas, golpes, lesiones con instrumentos de trabajo, heridas con arma blanca, heridas con arma de fuego, infecciones por golpes o heridas.

Historial Dental, se ingresa información referente a aspectos dentales de la persona, como falta de dientes, separación de dientes, manchas en dientes, dientes picados, dolores en dientes, quejas por algún dolor, tipos de dolores, etc.

Una vez ingresadas las entrevistas ante mortem a la base de datos relacional, es necesario generar un archivo el cual será cargado a la base de conocimientos del sistema experto, para ello existe una Opción dentro de la aplicación cliente servidor que nos permite generar dicho archivo, únicamente seleccionado el caso que contiene las entrevistas ante mortem. El formato del archivo de texto que se utilizara para cargar la base de conocimientos es el siguiente:

### **Persona**

<Nocaso>,<nombreentrevista>,<identrevista>,<primernombre>,<segundonombre>,<primerapellido>, <segundoapellido>, <fechanac>,<sexo>,<estatura>,<baseestatura>,<complexion>.

El archivo puede ser cargado a la base de conocimientos desde la aplicación del sistema experto. Para lograr la identificación de un individuo es necesario contar con los datos de antropología forense, edad, sexo, estatura de una osamenta, y con la base de conocimientos, para encontrar Relaciones entre las entrevistas ante mortem con los datos del perfil biológico.

Para lograr identificar a una persona en base a las entrevistas ante mortem y los resultados del análisis antropológico forense, puede hacerse en base al perfil biológico, traumas ante mortem.

## 5.6.2 Módulo de antropología forense

Dentro del área de antropología forense del sistema experto se determinan el perfil biológico, edad, sexo y estatura, que será de utilidad para lograr la identificación de individuo.

### 5.6.2.1 Determinación de edad

Al entrar a la opción de determinar edad del sistema experto se solicita al usuario que ingrese información general Caso, Fecha, Analizado por Osamenta, Sexo que luego se agregaran a la base de conocimientos. Se debe de ingresar las fases en que se encuentra los distintos huesos a analizar, Sínfisis Púbrica, Extremo Costilla, Superficie Auricular, Clavícula Medial, Cresta Iliaca Anterior, Vértebras Cervicales, dorsales y lumbares, Segmentos del sacro. También se debe de ingresar un rango de edad, para el método de Lamendin 1992, en caso de no tomarse en cuenta para la determinación final se debe de ingresar valores con 0.00. Dependiendo de la fase en que se encuentra los huesos a analizar, y el sexo seleccionado, se disparan las reglas del sistema experto y se determina el rango de edad.

### 5.6.2.2 Determinación de sexo

Al entrar a la opción de determinar sexo del sistema experto se solicita al usuario que ingrese información general Caso, Fecha, Analizado por Osamenta, que luego se agregaran a la base de conocimientos. Para determinar el sexo se divide en 4 áreas, Determinar el Sexo por Cintura Pélvica, Cráneo, Phenice 1969, Mandíbula.



### a) Determinar el sexo por cintura pélvica

El sistema experto para determinar el sexo por medio del método cintura pélvica, necesita que se ingrese información del estado de los huesos. En la tabla XXV se muestra la información necesaria para lograr la estimación del sexo por cintura pélvica.

**Tabla XXV. Información necesaria estimar sexo por cintura pélvica.**

<b>Cintura Pélvica</b>	<b>Masculino</b>		<b>Femenino</b>	
Angulo subpubico	Angosto	Intermedio	Ancho	No establecido
Escotadura ciática	Angosto	Intermedio	Ancho	No establecido
Elongación Pubis	Poco alargado	Ambiguo	Alargado	No establecido
Forma de Pubis	Triangular	Ambiguo	Rectangular	No establecido
Sacro	Curvo	Ambiguo	Plano	No establecido

Solamente un valor por fila puede seleccionarse. Una vez ingresada la información se disparan las reglas aplicadas al método de cintura pélvica, las cuales son combinaciones para cada uno de los valores donde cada resultado de combinación representa el sexo “ Masculino “, “ Femenino “o “ No Establecido “.

### b) Determinar el sexo por cráneo

El sistema experto para determinar el sexo por medio del método cráneo, necesita que se ingrese información del estado de los huesos. En la tabla XXVI se muestra la información necesaria para estimar el sexo por medio de cráneo.

**Tabla XXVI. Información necesaria estimar sexo por cráneo.**

<b>Cráneo</b>	<b>Masculino</b>		<b>Femenino</b>	
Región supra orb.	Robusto	Intermedio	Grácil	No establecido
Margen supra orb.	Romo	Intermedio	Afilado	No establecido
Proceso mastoides	Robusto	Ambiguo	Grácil	No establecido
Región nugal	Robusto	Intermedio	Grácil	No establecido
Frontal	Inclinado	Ambiguo	Vertical	No establecido
Orbitas	Cuadradas	Ambiguo	Redondas	No establecido

Solamente un valor por fila puede seleccionarse. Una vez ingresada la información se disparan las reglas aplicadas al método de cráneo, las cuales son combinaciones para cada uno de los valores donde cada resultado de combinación representa el sexo "Masculino", "Femenino" o "No Establecido".

**c) Determinar el sexo por Phenice 1969**

El sistema experto para determinar el sexo por medio del método Phenice 1969, necesita que se ingrese información del estado de los huesos. En la tabla XXVII se muestra información necesaria para estimar sexo por medio del método de Phenice.

**Tabla XXVII. Información necesaria estimar sexo por Phenice 1969.**

<b>Phenice 1969</b>	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>
Concavidad Subpúbica	Ausente	Presente
Borde antero medial de rama izq.-pública	Romo	Afilado
Arco ventral	Ausente/leve	Presente/marcado

Solamente un valor por fila puede seleccionarse. Una vez ingresada la información se disparan las reglas aplicadas al método de Phenice 1969, las cuales son combinaciones para cada uno de los valores donde cada resultado de combinación representa el sexo “ Masculino “, “ Femenino “o “ No Establecido “.

**d) Determinar el sexo por mandíbula**

El sistema experto para determinar el sexo por medio del método mandíbula, necesita que se ingrese información del estado de los huesos. En la tabla XXVIII se muestra información necesaria para estimar sexo por mandíbula.

**Tabla XXVIII. Información necesaria estimar sexo por mandíbula.**

<b>Mandíbula</b>	<b>Masculino</b>		<b>Femenino</b>	
Eminencia mental	Cuadrado	Intermedio	Puntiagudo	No establecido
Angulo gonial	Angulo recto	Intermedio	Angulo obtuso	No establecido
Eversion de ángulo gonial	Pronunciada	intermedio	leve	No establecido

Solamente un valor por fila puede seleccionarse. Una vez ingresada la información se disparan las reglas aplicadas al método de mandíbula, las cuales son combinaciones para cada uno de los valores donde cada resultado de combinación representa el sexo “Masculino“, “Femenino “o “No Establecido“. Una vez determinado el sexo por cada método se dispara una regla superior que determina finalmente el sexo, “Masculino“, “Femenino“, “No Establecido“, en base al numero de ocurrencias de cada sexo en cada uno de los métodos descritos.

### 5.6.3 Determinación de estatura

Al entrar a la opción de determinar estatura del sistema experto se solicita al usuario que ingrese información general Caso, Fecha, Analizado Por, Osamenta, que luego se agregaran a la base de conocimientos. Se solicita el ingreso de las dimensiones de los huesos Largo Máximo del Fémur, Largo Máximo De Tibia, Sumatoria de las 5 vértebras lumbares, Radio, Cubito. Una vez ingresada la información es posible determinar un rango de estatura, para ello se disparan las reglas para determinar la estatura, las cuales a diferencia de los métodos anteriores, utilizan cálculos matemáticos, finalmente se determina un rango final de estatura, la cual toma el valor menor de los valores y el valor mayor de los mayores de los métodos propuestos. Los métodos utilizados se encuentran Genoves 1967, Método Compuesto (Femenino), Fully y Pinea, Trotter y Gleeser 1958.

Una vez determinado el sexo, edad, y estatura, cada método cuenta con la opción de Guardar los valores, lo que hace que se almacene en la base de conocimientos , en marcos, los valores respectivos.

### 5.6.4 Identificación de individuos

Para lograr la identificación de individuos, es necesario tener información en la base de conocimientos la cual es alimentada por un archivo de texto, generado por la Aplicación Cliente/Servidor, la cual contiene toda la información referente a las Entrevista ante mortem, que luego serán analizadas y comparadas contra las osamentas para lograr una cercana identificación.

### **a) Identificando por edad**

Una vez cargada la base de conocimientos con las entrevistas ante mortem y analizada la osamenta estimando el rango de edad posible, se puede lograr identificar un individuo, para ello el sistema experto dispara una serie de reglas sobre los hechos representados en marcos (clases) .

### **b) Identificando por sexo**

Una vez cargada la base de conocimientos con las entrevistas ante mortem y analizada la osamenta estimando el sexo posible, se puede lograr identificar un individuo, para ello el sistema experto dispara una serie de reglas sobre los hechos representados en marcos (clases) .

### **c) Identificando por estatura**

Una vez cargada la base de conocimientos con las entrevistas ante mortem y analizada la osamenta estimando el rango de estatura posible, se puede lograr identificar un individuo, para ello el sistema experto dispara una serie de reglas sobre los hechos representados en marcos (clases) .

Se pueden combinar las 3 formas para identificar individuos, para lograr un mejor criterio en la Identificación.

Una vez lograda una identificación en base a cualquier de las formas de identificación, se debe almacenar la información la opción de Guardar los valores, lo que hace que se almacene en la base de conocimientos , en marcos, los valores respectivos.

## CONCLUSIONES

1. Los sistemas expertos permiten estructurar todo el conocimiento y razonamiento lógico que aplican los expertos de una área para obtener soluciones a problemas, los cuales pueden ser combinados con otros sistemas computacionales para lograr aún un mejor rendimiento en la automatización de las tareas que se llevan a cabo.
2. Los sistemas expertos pueden ser implementados en todas y cada una de las áreas donde exista conocimiento y un experto o persona que sepa aplicarlo para obtener soluciones a un problema específico.
3. Actualmente estamos en un mundo que cambia tecnológicamente y un mercado más competitivo y complejo, y por la gran cantidad de información que manejan las organizaciones se ven obligados a proveer de un medio de almacenamiento, de análisis e interpretación a la información haciendo uso de sistemas de cómputo que cada vez les ayuden en la toma de decisiones.
4. Actualmente, la forma de llevar a cabo una identificación de un individuo es a través de la experiencia y conocimiento del experto, mediante comparaciones establecidas todo documentado en papel y no en ningún medio electrónico, que permita lograr la identificación.

5. La antropología forense es la aplicación de la antropología física o biológica que trata de la identificación de restos óseos humanos esqueletizados, que estudia y establece el perfil biológico; con el desarrollo del sistema experto se logra tener una herramienta capaz de dar una solución como la daría un perito en la antropología forense en el momento de establecer el perfil biológico y que además ayude a identificar individuos de la misma forma como lo haría un experto.
  
6. A través de la implementación del sistema experto con el módulo de antropología social se pueden realizar reportes con información de gran utilidad para la gerencia de la organización, como es obtener las osamentas analizadas con su respectivo análisis, resumen de las entrevistas llevadas a cabo por parte de antropólogos sociales.

## RECOMENDACIONES

1. Motivar al personal de antropología forense a utilizar herramientas tecnológicas que permitan optimizar los tiempos en los procesos que realizan para llevar a cabo la identificación de osamentas, establecimiento del perfil biológico, cotejo de entrevistas ante mortem para lograr un mejor rendimiento y tener un medio de almacenamiento para su información.
2. Implementar nuevos sistemas de base de datos que permitan el almacenamiento masivo de la información recopilada por los antropólogos forenses para llevar a cabo análisis estadístico, generación de reportes que son de gran utilidad para la gerencia administrativa de una organización.
3. Continuar generando conocimiento del experto en antropología forense, para aumentar la base de conocimientos del sistema y así lograr abarcar más terreno de información y otras áreas no mencionadas en el presente trabajo, que de igual manera permitirían disminuir los tiempos en los procesos de investigación que realiza el antropólogo forense.
4. Diseñar sistemas de información que permitan la automatización en la recopilación de datos por parte de los antropólogos forenses, para disminuir tiempos de trabajo y lograr una mejor efectividad en el desarrollo de la tarea investigativa.





## REFERENCIAS

1. [http://www.avizora.com/publicaciones/psicologia/textos/inteligencia\\_artificial\\_0023.htm](http://www.avizora.com/publicaciones/psicologia/textos/inteligencia_artificial_0023.htm)
2. <http://neoyet.com/ARTICUL1.htm>
3. [http://iabot.iespana.es/ciencia/software/ia/sistemase\\_y\\_redesn.htm](http://iabot.iespana.es/ciencia/software/ia/sistemase_y_redesn.htm)
4. [http://www.elboligrafo.com/template\\_mod.php?proc=informatica&ref=1](http://www.elboligrafo.com/template_mod.php?proc=informatica&ref=1)
5. [http://www.pgjdf.gob.mx/periciales/especialidades/Antrop\\_Forense.htm](http://www.pgjdf.gob.mx/periciales/especialidades/Antrop_Forense.htm)
6. <http://www.fafg.org> capitulo 3
7. <http://www.monografias.com/trabajos24/arquitectura-cliente-servidor/arquitectura-cliente-servidor.shtml>



## BIBLIOGRAFÍA

1. Castillo, Enrique y otros. **Sistemas expertos y modelos de redes probabilísticas**. <http://personales.unican.es/gutierj/papers/BookCGH.pdf>  
(Diciembre de 2003)
2. Degl'Inocenti, Alejandro. **Sistema experto para diagnóstico de fallas de transmisión eléctrica**. Tesis Ing. Sistemas. Argentina, Universidad Politécnica de Marid, 2003. 414 pp.
3. García Adeva, **J.J. Manual Programación EHSIS**.  
<http://erabaki.ehu.es/ehsis/>.  
(Julio de 1997)
4. Ierache, Jorge Salvador. **Sistema Experto para el entrenamiento y asistencia en la toma de decisiones en un centro de información y control aéreo**. Tesis Lic. Argentina, Universidad Politécnica de Madrid, 2002. 582 pp.
5. Informes antropológicos de la Fundación de Antropología Forense  
(Enero de 2000)
6. <http://www.eaaf.org.gt>  
(Noviembre de 2006)
7. <http://www.csuchico.edu/anth/ABFA>  
(Septiembre de 2007)

8. <http://rehue.csociales.uchile.cl/antropologia/000.htm>  
(Enero 2006)
9. <http://www.colciencias.gov.co/seiaal/documentos/vrc03.htm>  
(Febrero de 2005)
10. <http://www.wamani.apc.org./abuelas/librocongIII/violid.htm>  
(Junio de 2005)
11. <http://www.rincondelantropologo/>  
(Enero de 2006)
12. <http://www.monografias.com/trabajos15/sist-informacion/sist-informacion.shtml>  
(Septiembre de 2001)
13. <http://www.gsi.dit.upm.es/tesis/jcg.html>  
(Marzo de 2005)

# APÉNDICE

## MANUAL DE USUARIO

### A. Módulo de antropología social (entrevistas ante mortem)

En el módulo de Antropología Social, se permite el Ingreso, Eliminación, Modificación de Casos, Entrevistas ante mortem, cuya información será utilizada dentro del proceso de Identificación de Individuos,

Al cargar el Sistema Experto, Módulo de Antropología Social se muestra la ventana principal tal y como se muestra en la figura 8.

**Figura 8. Despliegue en pantalla de la ventana principal sistema experto .**



## A.1 Menú antropología social

Esta formado por las opciones de Ingreso de Casos y Entrevistas ante mortem.

### A.1.1 Ingreso de casos

Muestra una Ventana donde permite el ingreso, modificación, eliminación de Casos al Sistema, como se muestra en la figura 9.

**Figura 9. Despliegue en pantalla ingreso de casos al sistema experto.**



El Número de Caso, debe ser único y es que se utiliza en cada uno de los procesos siguientes para analizar osamentas, para identificar individuos, para reportes. En la figura 10 se muestra el ingreso de casos al sistema.

**Figura 10. Despliegue en pantalla ingreso de casos al sistema experto.**



### **A.1.2 Operaciones con los casos**

En la figura 11 se muestra la ventana que aparece con las opciones principales del ingreso de casos.

**Figura 11. Opciones principales de la ventana ingreso de casos.**



#### **a) Ingreso de casos (botón agregar)**

Permite el Ingreso de información referente a un caso.

#### **b) Modificación de casos (botón modificar)**

Permite la modificación de información referente al caso seleccionado.



### c) Eliminación de casos (botón eliminar)

Elimina un Caso del Sistema.

## A.2 Entrevistas ante mortem

Muestra una Ventana donde permite el ingreso, modificación, eliminación de Entrevistas ante mortem al Sistema, las cuales representan la base de conocimientos del Sistema Experto, con los cuales se podrán identificar las osamentas analizadas en el Módulo de Antropología Forense.

### A.2.1 Operaciones con entrevistas

En la figura 12 se muestra la pantalla de las entrevistas ingresadas al sistema, así como las opciones para agregar, modificar, eliminar una entrevista.

**Figura 12. Despliegue en pantalla ingreso entrevistas ante mortem**



### a) Ingreso de casos (botón agregar)

Permite el Ingreso de información referente a una Entrevista para un caso específico.

### b) Modificación de casos (botón modificar)

Permite la modificación de información referente al caso y entrevista seleccionada.

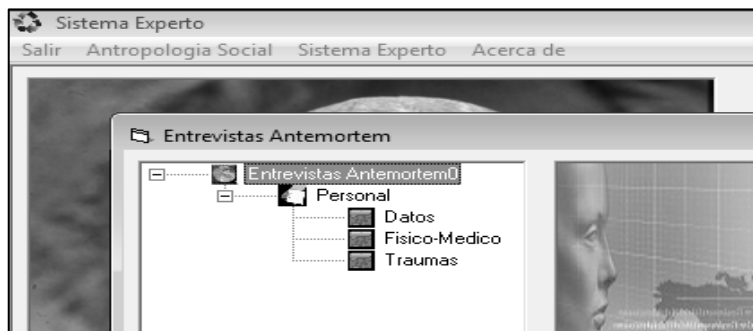
### c) Eliminación de casos (botón eliminar)

Elimina una Entrevista del caso seleccionado en el Sistema.

### d) Salir (botón salir)

Regresa al Menú Principal. Al presionar Click sobre el botón Agregar se muestra una ventana para el ingreso de información de las entrevistas ante mortem, esta dividida en 3 áreas de ingreso, como se muestra en la figura 13.

**Figura 13. Despliegue en pantalla entrevistas ante mortem.**



## A.2.2 Datos personales

Permite el Ingreso de datos personales de la entrevista, como los nombres del desaparecido, edad al desaparecer, sexo y fecha de nacimiento. En la figura 14 se muestra la forma de ingreso de datos personales.

**Figura 14. Despliegue en pantalla ventana datos personales ante mortem.**



The screenshot shows a software window titled "Ingreso de Entrevistas Antemortem" with a sub-header "Agregar Entrevista" and a counter "2". The form is labeled "Datos Personales" and includes the following fields:

- Tipo de Entrevista: Adulto (dropdown)
- Primer Nombre(\*): Juan
- Segundo Nombre: (empty)
- Primer Apellido(\*): Perez
- Segundo Apellido: (empty)
- Edad al Desaparecer(\*): 45
- Fecha Nacimiento: 13/02/2005 (calendar icon)
- Sexo(\*): Masculino (dropdown)

At the bottom of the form, there are two icons: a printer icon and a close button (X).

## A.2.3 Rasgos físicos, historial dental, enfermedades y síntomas

Permite el ingreso de datos importantes para la entrevista, como rasgos físicos, historial dental, ingreso referente a enfermedades y síntomas que padecía la persona desaparecida.

## A.2.4 Discapacidades, traumas ante mortem, historial dental

Permite el ingreso de datos importantes para la entrevista, como discapacidades, traumas ante mortem y la información referente a su historial dental. En la figura 15 se muestra la forma de ingreso de discapacidades.

Figura 15. Despliegue en pantalla ingreso discapacidades.

The screenshot displays a software window titled 'Datos Enfermedad, Síntomas y Discapacidades'. It is divided into three main sections:

- Discapacidades:** Includes dropdown menus for 'Física', 'Mental', and 'Sensorial', all set to 'No'. Below are text fields for 'Descripción Discapacidad de Niño', 'Descripción Discapacidad de Adulto', and 'Descripción Discapacidad Vejez'. A grid of dropdown menus covers body parts (Cuello, Brazo, Hombro, Mano, Cadera, Espalda, Pierna, Pie) and functional difficulties (Dificultad Caminar, Dificultad Agacharse, Dificultad Trabajar), all set to 'No'.
- Trauma(s) Antemortem:** Features dropdowns for 'Accidente', 'Caidas', and 'Golpes', all set to 'No'. It includes a 'Descripcion' field, an 'Objeto de Lesion' dropdown (set to 'No'), and a 'Parte del Cuerpo Afectada' dropdown.
- Historial Dental:** A vertical list of dental history items, each with a dropdown menu, all set to 'No' or 'Ninguno': 'Fue alguna vez al Dentista', 'Motivo de la Visita', 'Tenía algo especial en sus dientes', 'Tenía los dientes Parejos', 'Tenía Separación visible en dientes', 'Tenía dientes de mas', 'Le faltaban dientes', 'Fractura en uno o mas dientes', 'Tenía mancha en dientes', 'Sangrado de encias', 'Dientes Picados', 'Dolor en algun diente', 'Se queja de Dolor', 'Tipo de Queja de Dolor', 'Se alivia el dolor con', and 'Dolor Externo en Area de Dientes'.

At the bottom of the window, it reads 'Sistema Experto Aplicado a la Antropología Forense, Modulo Cliente Servidor (Captura de Datos)'.

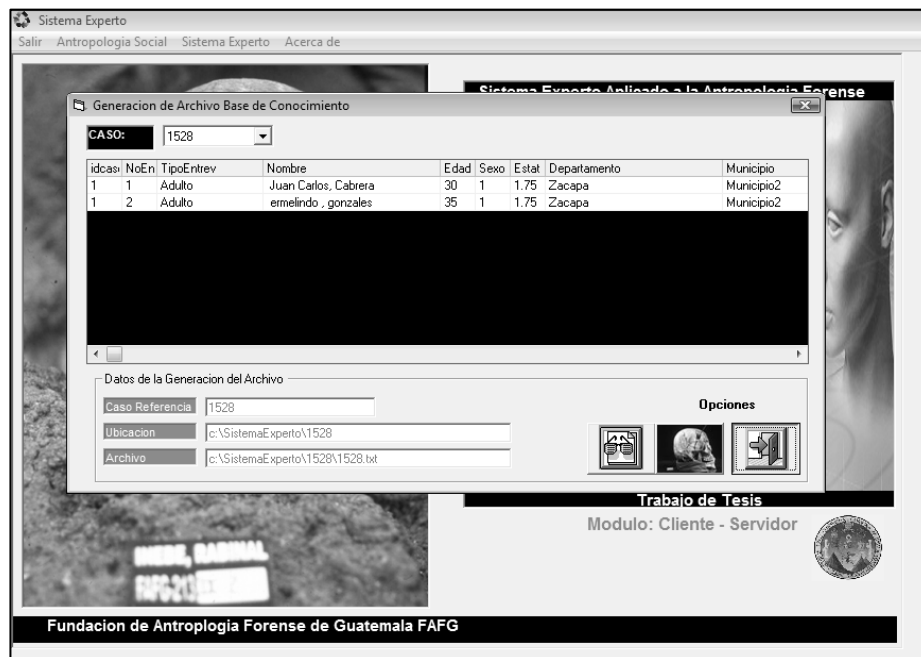
## A.3 Menú sistema experto

Está formado por las opciones de Generar Base de Conocimientos y la sección de Reportes.

### A.3.1 Generar base de conocimientos

Muestra una ventana donde se debe seleccionar y el caso y las entrevistas ante mortem que serán parte de la base de conocimientos. En la figura 16 se muestra la pantalla de la forma en que datos seleccionar para generar la base de conocimientos.

**Figura 16. Despliegue en pantalla generación base de conocimientos.**



Al hacer clic sobre el botón “Generar”, automáticamente se procesa un archivo de salida, en la ubicación c:\sistemaexperto\casoX\<numerocaso>.<txt>

Al hacer clic sobre el botón “Sistema Experto”, se abre la ventana principal del Módulo de Antropología Forense para que pueda llevarse a cabo el análisis de osamentas.

## A.4 Reportes

En la opción Reportes, podemos generar información tanto del Módulo de Antropología Social, como del Módulo de Antropología Forense. En la figura 17 se muestra la pantalla de los reportes del sistema.

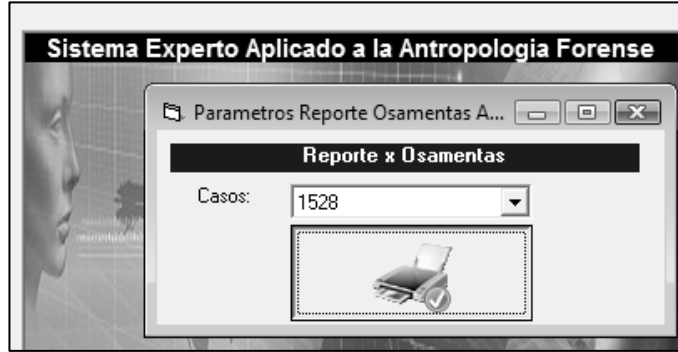
**Figura 17. Despliegue en pantalla ventana menú reportes.**



### A.4.1 Reporte de casos

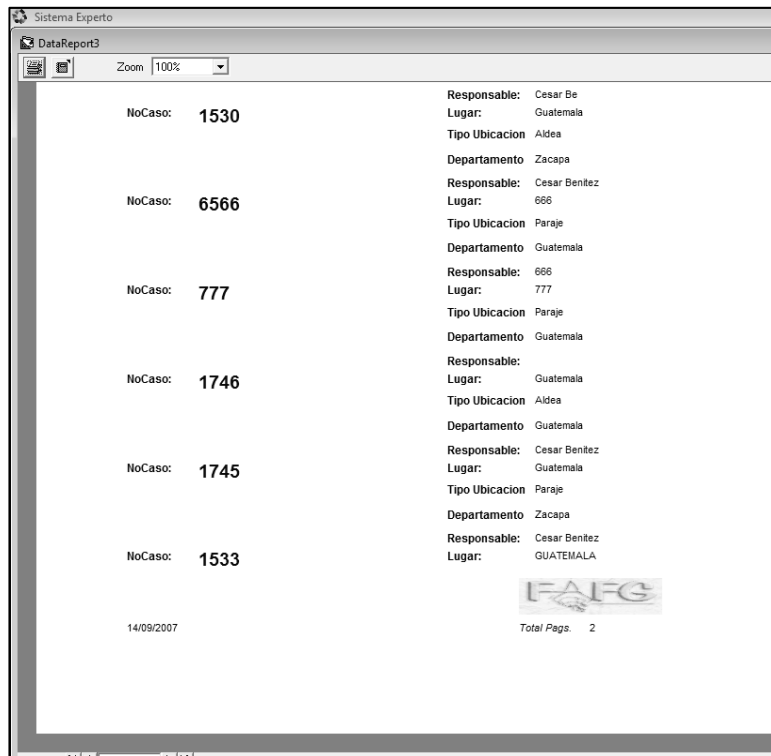
Dentro de los reportes de Antropología Social que podemos generar se encuentran el Reporte de Casos, donde muestra información referente a los Casos y la cantidad de Entrevistas Ante mortem a cada caso, el cual muestra una ventana donde seleccione el caso. En la figura 18 se muestra la pantalla para la selección del reporte de casos.

**Figura 18. Despliegue en pantalla selección caso para reporte.**



En la figura 19 se muestra la pantalla para la selección del reporte de casos analizados.

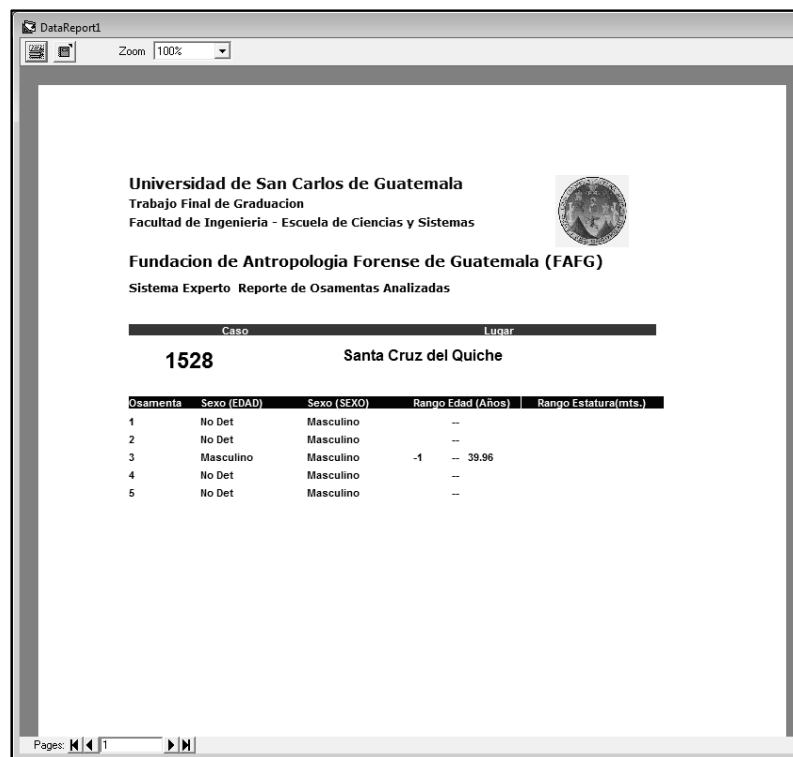
**Figura 19. Despliegue en pantalla reporte casos analizados.**



## A.4.2 Reporte de osamentas analizadas

Dentro de los reportes de Antropología Forense que podemos generar se encuentran el Reporte de Osamentas Analizadas, que muestra todo lo relacionado a las Osamentas Analizadas por el Sistema Experto, Edad Estimada, Sexo Estimado, Estatura Estimada., de igual manera el reporte esta organizado por Casos. En la figura 20 se muestra la pantalla para la selección del reporte de casos trabajados.

**Figura 20. Despliegue en pantalla ventana reporte casos trabajados.**



The screenshot displays a report window with the following content:

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
Trabajo Final de Graduacion  
Facultad de Ingenieria - Escuela de Ciencias y Sistemas

**Fundacion de Antropologia Forense de Guatemala (FAFG)**  
Sistema Experto Reporte de Osamentas Analizadas

Caso: **1528** Lugar: **Santa Cruz del Quiche**

Osamenta	Sexo (EDAD)	Sexo (SEXO)	Rango Edad (Años)	Rango Estatura(mts.)
1	No Det	Masculino	--	
2	No Det	Masculino	--	
3	Masculino	Masculino	-1	-- 39.96
4	No Det	Masculino	--	
5	No Det	Masculino	--	



### A.4.3 Reporte de identificados

Dentro de los reportes de Antropología Forense que podemos generar se encuentran el Reporte de Identificados, que muestra todo lo relacionado a los resultados obtenidos con el Sistema Experto en relación a los Individuos Identificados. Las identificaciones están organizadas por Caso así como se muestra en la figura 21.

Figura 21. Despliegue en pantalla reporte osamentas analizadas.

The screenshot shows a software window titled "DataReport2" with a zoom level of 100%. It displays two reports for case number 1528. Each report includes personal information and a table of identification results.

**Report 1:**

CASO NO: 1528      Nombre: Cabrera , Juan Carlos  
Fecha Nacer: 13/02/2005  
No Entrevista:      Edad Desaparecer 30  
identrevista: 1      Sexo: Masculino  
Estatura: 1.75

**DATOS IDENTIFICACION (MATCH)**

OSAMENTA	Sexo Identificado	Edad Identificada	Estatura Identificada	Metodo IDENTIFICAR
2	Masculino	--	--	SEXO
4	Masculino	--	--	SEXO
4	Masculino	--	--	SEXO
5	Masculino	--	--	SEXO

**Report 2:**

CASO NO: 1528      Nombre: gonzales , ermelindo  
Fecha Nacer: 13/02/2005  
No Entrevista:      Edad Desaparecer 35  
identrevista: 2      Sexo: Masculino  
Estatura: 1.75

**DATOS IDENTIFICACION (MATCH)**

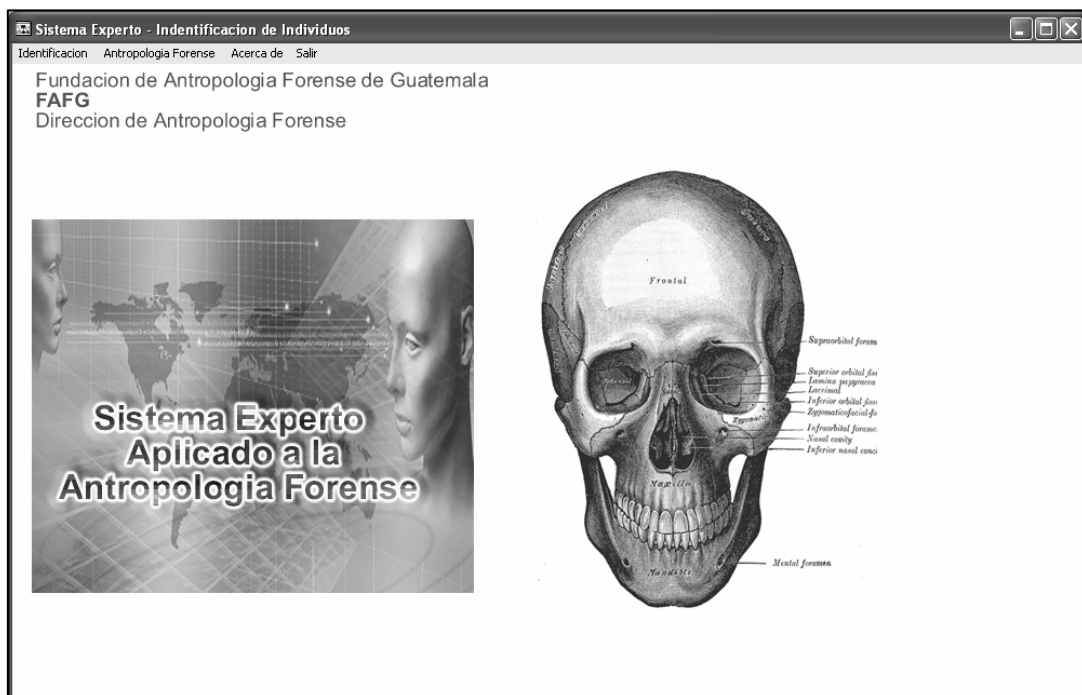
OSAMENTA	Sexo Identificado	Edad Identificada	Estatura Identificada	Metodo IDENTIFICAR
2	Masculino	--	--	SEXO
4	Masculino	--	--	SEXO
4	Masculino	--	--	SEXO
5	Masculino	--	--	SEXO

Pages: 1/1

## A.5 Módulo antropología forense (determinación perfil biológico, identificación individuos)

En el módulo de Antropología Forense, se puede determinar el perfil biológico de un individuo, así como también lograr la identificación de Individuos. Al cargar el Sistema Experto, Módulo de Antropología Forense se muestra la ventana principal, como se muestra en la figura 22.

**Figura 22. Despliegue en pantalla menú antropología forense.**



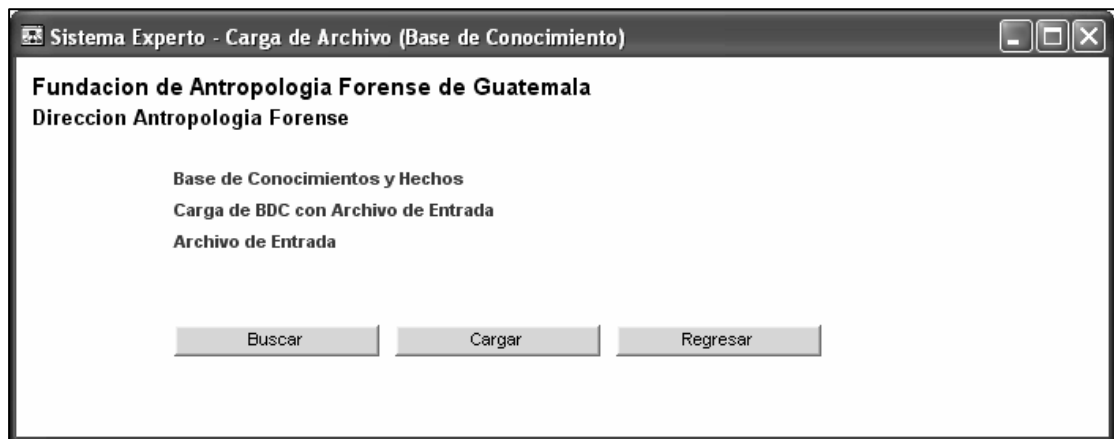
### A.5.1 Menú de identificación

Esta formado por las opciones de Cargar Base de Conocimientos y identificación de Individuos.

### A.5.1.1 Cargar base de conocimientos

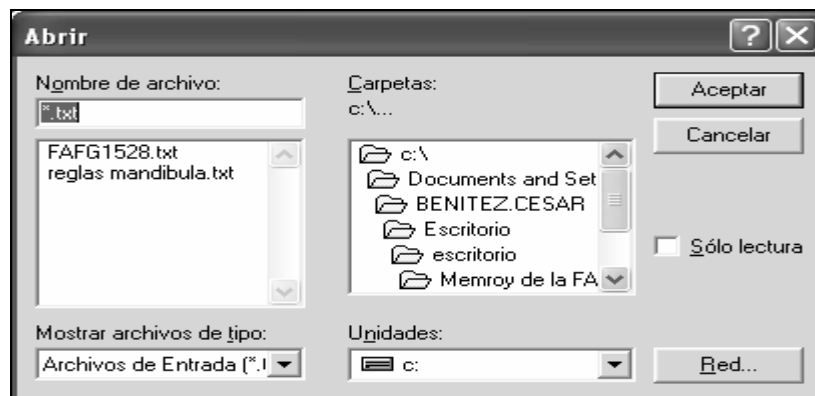
Permite que sea cargada la Base de Conocimientos del Sistema Experto a través de un archivo de texto, el cual deberá ser ubicado utilizando la ventana que se muestra en la figura 23.

**Figura 23. Despliegue en pantalla opciones cargas base de conocimientos.**



Al hacer clic sobre el botón Buscar se muestra una ventana donde es posible ubicar el archivo de texto, que contiene información referente a las entrevistas antemortem, este archivo fue generado con el Módulo de Antropología Social. Véase figura 24.

**Figura 24. Despliegue en pantalla selección archivo.**



El nombre del Archivo a buscar deberá tener la siguiente estructura.

<Numero de Caso> . <txt>

Ejemplo:

1528.txt

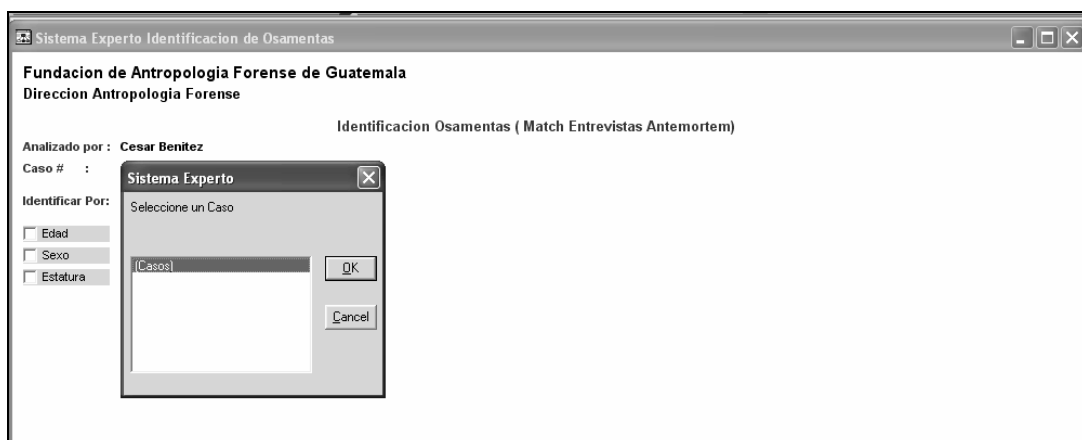
1366.txt

Los archivos podrán ser ubicados en *c:\sistemaexperto\casofafg\*. Una vez ubicado el archivo hacemos clic sobre el botón “Cargar” y automáticamente carga la información a la Base de Conocimientos del Sistema Experto, el cual se utiliza para lograr Identificar Individuos.

### A.5.2 Identificación de individuos

Muestra una ventana donde se debe localizar el Caso a Analizar, para ello se muestra un Cuadro de Dialogo con todos los Casos que a la fecha se encuentran listo para ser analizados en el proceso de identificación. Véase figura 25.

**Figura 25. Despliegue en pantalla identificación individuos.**



Una vez ubicado el Caso a Analizar, se debe marcar cualquiera de las formas para lograr identificación. Identificar por Edad, identifica osamentas analizadas en base al rango de edad estimado y la edad de la persona al desaparecer. Identificar por Sexo, identifica osamentas analizadas en base al sexo estimado y al sexo de la persona antes de desaparecer. Identificar por Estatura, identifica osamentas analizadas en base al rango de estatura estimado y la estatura de la persona antes de desaparecer.

Para poder lograr la identificación de osamentas es necesario contar con:

- La base de conocimientos.
- Haber realizado análisis de osamentas, para estimar el perfil biológico, Determinar edad
- Determinar sexo
- Determinar estatura para una osamenta

## **A.6. Módulo de antropología forense**

En el módulo de Antropología Forense, se permite establecer el perfil biológico de una osamenta, determinar la edad, el sexo, la estatura.

### **A.6.1 Menú antropología forense**

Permite identificar el Perfil biológico de una Osamenta. Contiene las opciones de:

## a) Estimar edad

Muestra una ventana donde se ingresa la información para analizar la osamenta, selección del caso a analizar, ingreso del número de osamenta a analizar, Lamendin Inicial y Final, que son medidas de estimación de Edad, donde debe ingresarse la altura del Hueso Extremo Costilla en Cms, Sexo que se cree para la osamenta (Masculino o Femenino). Véase figura 26.

**Figura 26. Despliegue en pantalla estimar edad osamenta.**

**Sistema Experto - Determinación de la Edad Biologica**

Fundacion de Antropologia Forense de Guatemala  
Direccion Antropologia Forense

**Determinacion De Rango de Edad Biologica**

Elemento	Fases	Rango de Edades
Sinfisis Pubica (Suchey-Brooks,1990)	Izquierda(Descrip.) SI_Fase1	15 - 23
	Derecha (Descrip.) SD_Fase1	15 - 23
Extremo Costilla (Iscan y Loth,1989)	Izq. o Derecha (Descrip.) EC_Fase1	< 17
Superficie Auricular (Lovejoy et al. 1985b;Osborne, 1993)	Izquierda(Descrip.) AI_Fase1	20 - 24
	Derecha (Descrip.) AD_Fase1	18.12 - 24.08
Clavicula Medial (Webb y Suchey,1985)	Izquierda(Descrip.) CI_Fase1	<= 25
	Derecha (Descrip.) CD_Fase1	<= 25
Cresta Iliaca Anterior (Webb-Suchey,1985)	Izquierda(Descrip.) II_Fase1	<= 19
	Derecha (Descrip.) ID_Fase1	<= 19

Analizado Por: cesar  
Fecha : 20070601  
1  
Lamendin Inicial 20.45  
Lamendin Final 13.40  
Sexo : Masculino  
Caso # : (Casos) ...

Fusion Rango  
AV\_Fase <= 16.4 ; 20.8  
AD\_Fase <= 16.4 ; 20.8  
AL\_Fase <= 16.4 ; 20.8  
SS\_Fase >28

LAMENDIN 1992  
Rango, De: 20.45 A : 13.40

**Rango de Edad Biologica Final**  
Media: 19.56  
De : 7.60  
A : 31.52

Determinar Rangos Edad  
Recalcular Edad  
Grabar Datos Edad  
Salir Formulario

Observaciones: A partir de Adultos Jovenes C/Huesos Largos Fusionados ...

Una vez ingresada la información que se muestra en la figura 26, presionamos el botón “Determinar Rangos de Edad”, y nos muestra el Rango de Edad Estimado para la osamenta analizada, podemos grabar la información directamente en el Sistema presionando el botón “Grabar Datos Edad”.

## b) Estimar sexo

Muestra una ventana donde se ingresa la información para analizar la osamenta, selección del caso a analizar, ingreso del número de osamenta a analizar, como se observa en la figura 27.

**Figura 27. Despliegue en pantalla estimar sexo osamenta.**

Sistema Experto - Determinación de Sexo

Fundacion de Antropologia Forense de Guatemala  
Direccion Antropologia Forense

Analizado Por: cesar  
Fecha : 20070601  
Osamenta # : 3  
Caso # : (Casos, ...)

Estimacion Sexo

Cintura Pelvica

Masculino Femenino

Angulo subpubico  angosto  intermedio  ancho  no establecido  
Escotadura Ciatica  angosto  intermedio  ancho  no establecido  
Elongacion de Pubis  poco elong.  ambiguo  elongado  no establecido  
Forma de Pubis  triangular  ambiguo  rectangular  no establecido  
Ilion  angosto  ambiguo  amplio  no establecido  
Sacro  curvo  ambiguo  plano  no establecido

SEXO: Masculino

Phenice 1969

Masculino Femenino

Concavidad SubPubico  ausente  presente  
Borde Anteromedial.  romo  afilado  
Arco Ventral  ausente/leve  presente/mar

SEXO Masculino

Craneo

Masculino Femenino

Region Supra Orbital  robusto  intermedio  gracil  no establecido  
Margen Supra Orbital  romo  intermedio  afilado  no establecido  
Proceso Mastoides  robusto  intermedio  gracil  no establecido  
Region Nucal  robusto  intermedio  gracil  no establecido  
Frontal  inclinado  ambiguo  vertical  no establecido  
Orbitas  cuadradas  ambiguo  redondas  no establecido

SEXO: Masculino

Mandibula

Masculino Femenino

Eminencia Mental  cuadrado  intermedio  
Angulo gonial  angulo recto  intermedio  
Eversion Angulo G.  pronunciada  intermedio

Femenino

puntiagudo  no establecic  
 angulo obtus  no establecic  
 leve  no establecic

SEXO Masculino

Estimacion Final  
**Masculino**

Estimar Sexo Grabar Datos Sexo  
Empezar Salir Formulario Sexo

Una vez ingresada la información que se muestra en la ventana, presionamos el botón “Estimar Sexo”, nos muestra el Sexo Estimado para la osamenta analizada, podemos grabar la información directamente en el Sistema presionando el botón “Grabar Datos Sexo”.

### c) Estimar estatura

Muestra una ventana donde se ingresa la información para analizar la osamenta, selección del caso a analizar, ingreso del número de osamenta a analizar, Medida en cms. de Largo Máximo del Fémur, Largo Máximo de Tibia, ingresar de igual manera la sumatoria de la altura de las 5 vértebras lumbares, medida en cms del radio y cúbito si se presentan, que son medidas de estimación de Estatura. Véase figura 28.

**Figura 28. Despliegue en pantalla ventana estimar estatura osamenta.**

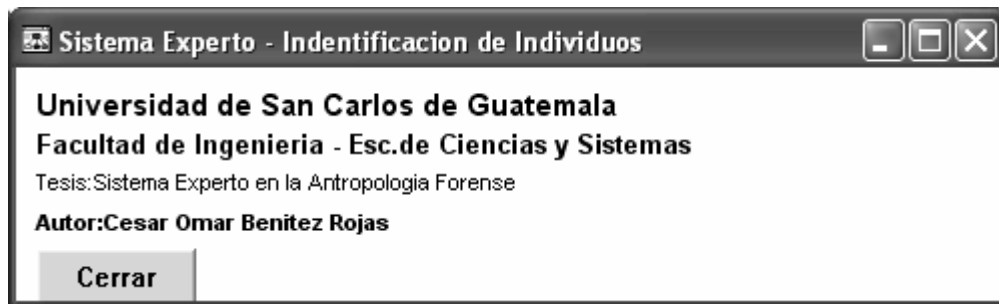
Una vez ingresada la información que se muestra en la ventana, presionamos el botón “Determinar Rangos Estatura”, nos muestra el Rango de Estatura Estimado para la osamenta analizada, podemos grabar la información directamente en el Sistema presionando el botón “Grabar Datos Estatura”.



## A.6.2 Menú acerca de

Contiene información referente al autor de la aplicación. Véase figura 29.

**Figura 29. Despliegue en pantalla ventana acerca de.**



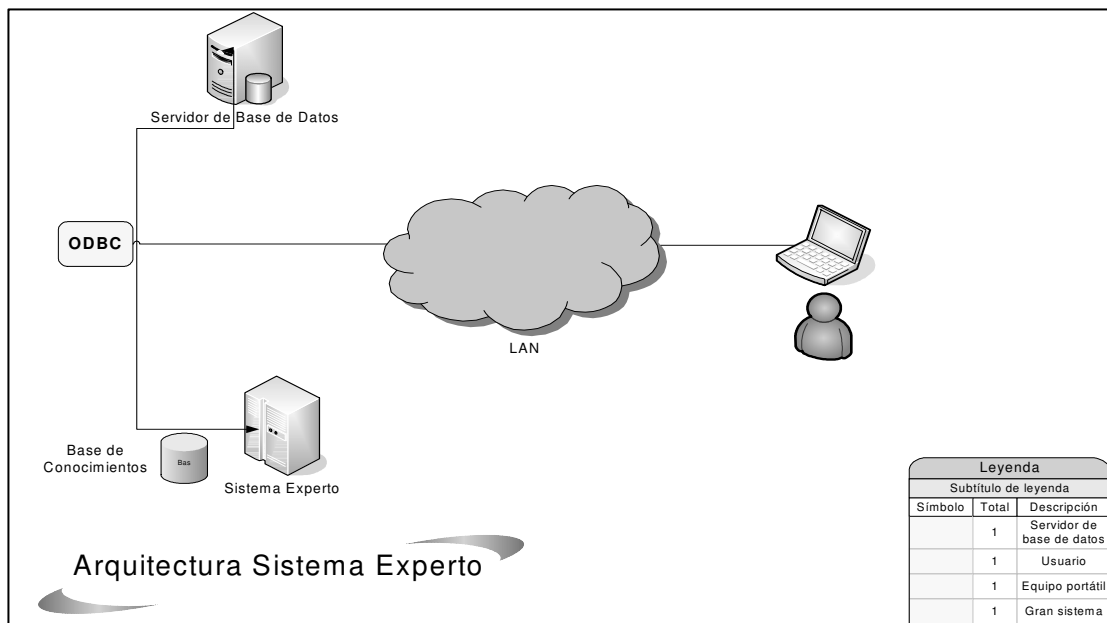
## MANUAL TÉCNICO

El Sistema Experto permite identificar el perfil biológico de una osamenta así como también logra la identificación de individuos en base a parámetros de comparación con los datos de las entrevistas ante mortem.

### Arquitectura general

Compuesta por una Arquitectura Cliente Servidor, un Sistema Experto, Red LAN sobre la que actúa el sistema. Véase figura 30.

**Figura 30. Arquitectura general del sistema experto.**



## **Módulos del sistema**

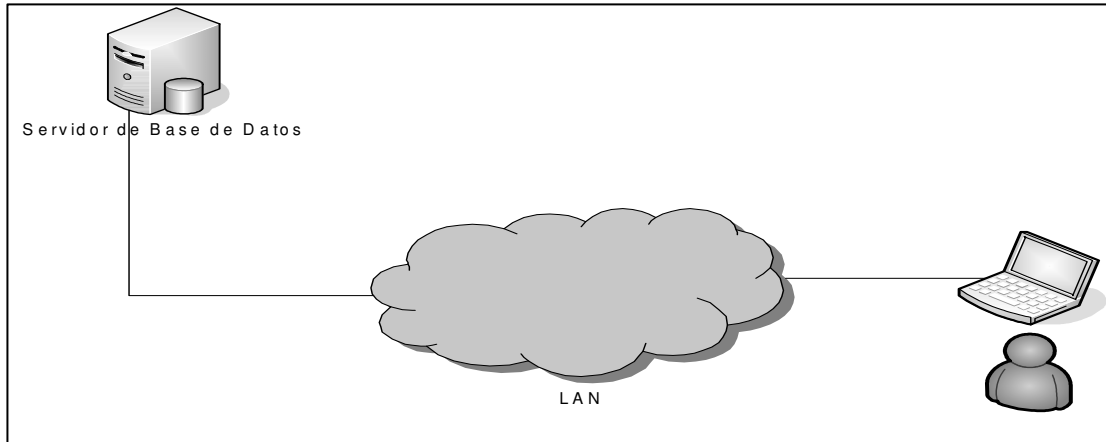
El sistema experto esta dividido en dos grandes módulos, el módulo de Antropología Social y Antropología Forense.

### **Arquitectura módulo antropología social**

En el Módulo de Antropología Social, se ingresa la información de Casos, Entrevistas Ante mortem, también permite la generación de Reportes de los casos, entrevistas, osamentas analizadas e identificadas, estos últimos resultados del análisis del sistema experto.

Para el ingreso de datos al módulo de Antropología Social, se basa en una Arquitectura Cliente / Servidor, sobre una Red Lan. La arquitectura cliente servidor es un modelo para construir sistemas de información, que se sustenta en la idea de repartir el tratamiento de la información y los datos por todo el sistema informático, permitiendo mejorar el rendimiento del sistema global de información" , dentro de los componentes de la arquitectura se encuentra el llamado Cliente, para el sistema experto es N computadoras personales conectadas a la Red que cuenta con la capacidad para procesar la información, el Servidor corresponde a la Base de Datos Relacional y al Sistema Experto como tal, almacenando la información y ejecutando todas las acciones para que el Usuario Final reciba la información. En la figura 31 se muestra la estructura del sistema experto a nivel de componentes físicos.

**Figura 31. Diagrama estructura del sistema experto.**



### **Configuración servidor**

Es en el servidor donde se encontrara la base de datos relacional que contiene la información de los casos y de las entrevistas ante mortem, osamentas analizadas y los individuos identificados.

- Configuración de Base de Datos: SQL Server 2000
- Nombre de la base de datos: SE \_ TESIS

La base de datos podrá ser restaurada por el backup de la base de datos original que acompaña al sistema experto.

### **Características básicas del servidor**

- Desde Pentium III de 1.3 GHZ , para lograr mejor rendimiento de la aplicación
- Disco Duro de al menos 20 GB
- Memoria a.m. de 128MB

- Tarjeta de video 32 MB
- Tarjeta de Red
- Políticas de Backup en caso aumenta el numero de entrevistas y casos-
- Sistema Operativo Windows Xp, 2000 Server

### **Configuración máquinas cliente**

La aplicación podrá ser instalada en máquinas cliente, normalmente son utilizadas por los Antropólogos Sociales, los cuales harán el ingreso de las entrevistas ante mortem y por parte de los antropólogos forenses, para determinar el perfil biológico.

### **Características básicas máquina cliente**

- Procesador Pentium
- Disco Duro de al menos 10GB
- Memoria Ram de al menos 64MB
- Tarjeta de video 32 MB
- Tarjeta de Sonido
- Tarjeta de Red
- Sistema Operativo Windows Xp.2k,2000 Pro

### **Configuración adicional**

Configuración de ODBC del sistema, de nombre: SE\_ODBC, el cual contiene el enlace dinámico a la base de datos relacional SQL SERVER 2000.

## **Instalación aplicación cliente servidor**

Se debe de ejecutar el Instalador de la Aplicación del Sistema Experto, Modo Cliente Servidor, este podrá instalarse en cualquier ubicación dentro del directorio de archivos de Windows, en cada una de las máquinas cliente a utilizar.

## **Instalación sistema experto**

Para poder iniciar a correr la aplicación del sistema experto es necesario tener instalado EHSIS. Ubicación de Instalación: C:\EHSIS en cada una de las máquinas cliente.

Copiar los archivos del sistema experto, que vienen dentro de las carpetas del Sistema Experto Desarrollado, Proy2.BCH y ReglasExperto.rul, así como los demás archivos necesarios, imágenes, íconos, etc. estos archivos son utilizados por Ehsis, donde se especifica las reglas del sistema experto y en general toda la aplicación.

## **Herramientas de desarrollo**

### **Módulo antropología social**

- Visual Basic 6.0
- DataReport
- Base de Datos Sql Server 7.0

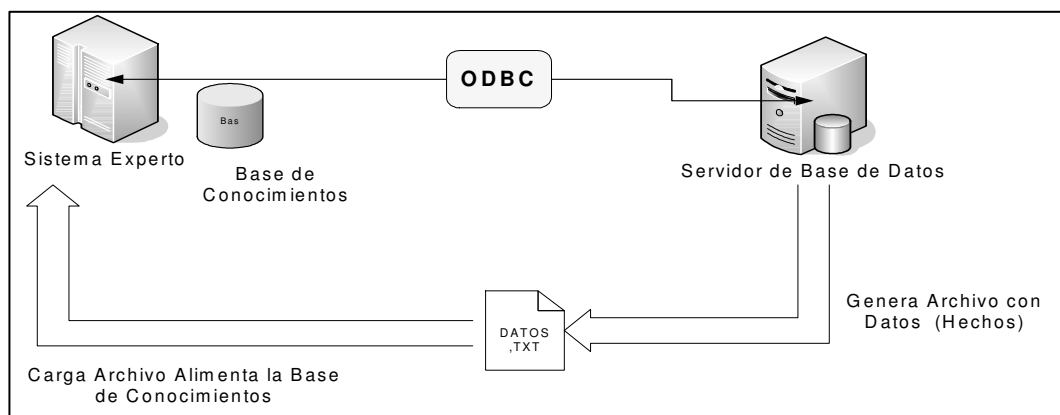
## Módulo Antropología Forense

- EHSIS

### Alimentado la base de conocimientos del sistema experto

El sistema experto necesita la base de conocimientos para poder disparar las reglas sobre los hechos, para poder iniciar la base de conocimientos es necesario generar un archivo de salida desde el módulo de antropología social en la aplicación Cliente Servidor, que contiene información de los casos, entrevistas ante mortem, información que será utilizada posteriormente para el proceso de identificación. El archivo es cargado al sistema experto desde el módulo de antropología forense, en la aplicación Sistema Experto. En la figura 32 se muestra el diagrama de la carga de la base de conocimientos.

**Figura 32. Diagrama de la carga de la base de conocimientos.**



Una vez cargada la base de conocimientos se da inicio al proceso de identificar individuos, establecer el perfil biológico de las osamentas analizadas.

### **Descripción base de datos**

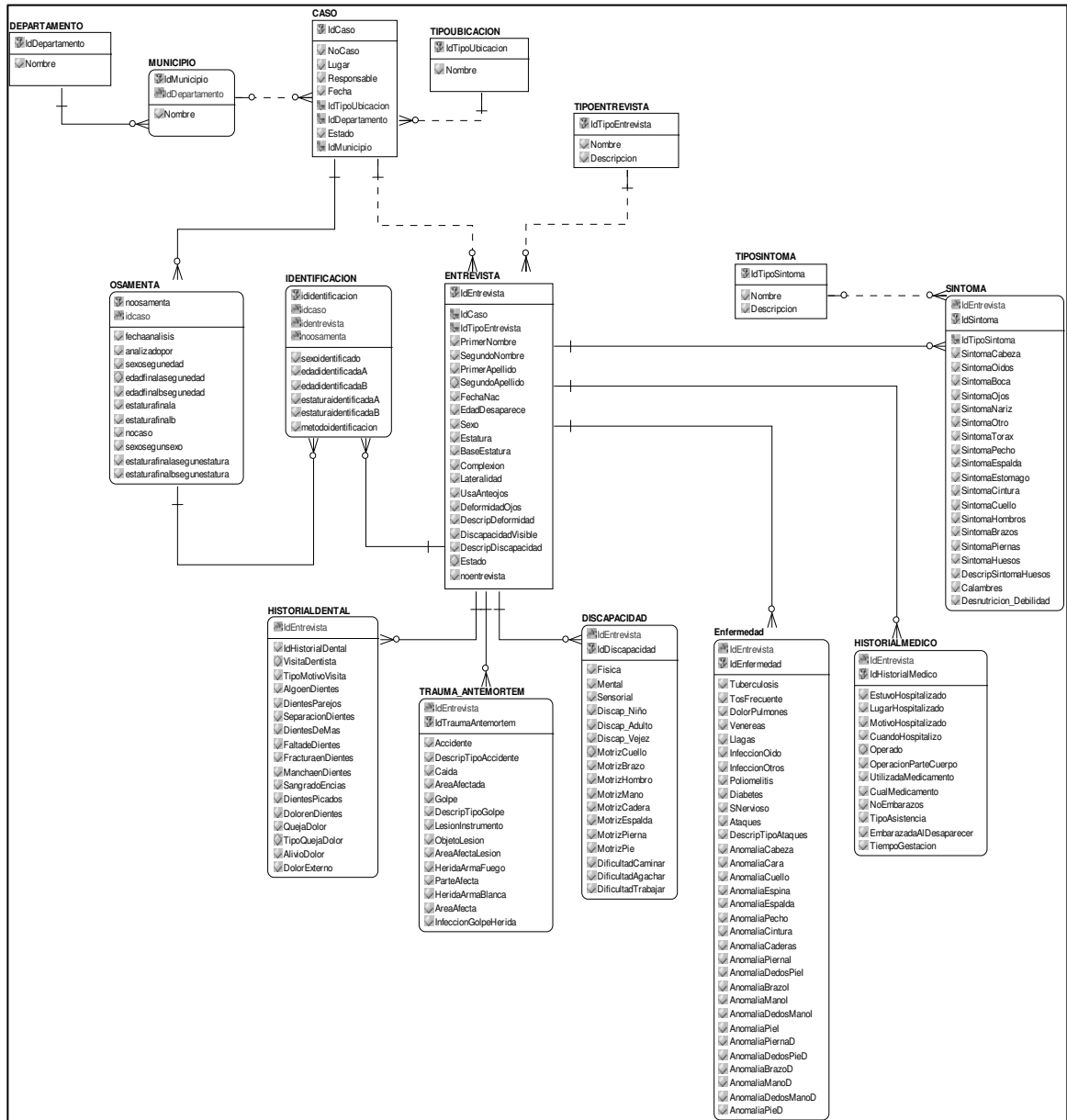
El sistema de almacenamiento de datos esta montado sobre el manejador de base de datos relacional SQL SERVER 7.0 de Microsoft, en la cual se lleva toda la información referente al módulo de antropología social, con el ingreso de casos, entrevistas, osamentas analizadas e identificaciones de individuos.



## Modelo Entidad Relación

Permite representar la estructura de la información, tal y como se muestra en la figura 33.

Figura 33. Diagrama entidad-relación del sistema en general.



## Explicación entidades y atributos

Caso: Almacena información general de los casos llevados y que serán analizados, tanto a nivel de entrevistas ante mortem como de osamentas e identificaciones. En la tabla XXIX se muestra la descripción del caso FAFG.

**Tabla XXIX. Descripción entidad caso FAFG.**

Nombre	Tipo de Dato	Descripción
IdCaso	numeric(18,0)	Primay Key
NoCaso	numeric(18,0)	Numero de caso
Lugar	varchar(50)	Lugar o ubicación
Responsable	varchar(50)	Nombre persona responsable
Fecha	datetime	Fecha en que se abre el caso
IdTipoUbicacion	numeric(18,0)	Foreign Key Tipo Ubicación
IdMunicipio	numeric(18,0)	Foreign Key Municipio
IdDepartamento	numeric(18,0)	Foreign Key Departamento
Estado	numeric(18,0)	1= Activo, 2 = De Baja o eliminado

En la entidad Departamento se almacena información del Departamento donde se harán las entrevistas ante mortem. En la tabla XXX se muestra la entidad departamento.

**Tabla XXX. Descripción entidad departamento.**

Nombre	Tipo de Dato	Descripción
IdDepartamento	numeric(18,0)	Primary Key
Nombre	varchar(50)	Nombre del Depto.

En la entidad Municipio se almacena información del Municipio donde se harán las entrevistas ante mortem. A continuación en la tabla XXXI se muestra la entidad municipio.

**Tabla XXXI. Descripción entidad municipio.**

Nombre	Tipo de Dato	Descripción
IdMunicipio	numeric(18,0)	Primary Key
Nombre	varchar(50)	Nombre del Municipio
IdDepartamento	numeric(18,0)	Foreign Key del Departamento

En la entidad Entrevista se almacena información de las entrevistas realizadas en los distintos municipios y departamentos en los cuales se desarrolla un caso, son importantes ya que luego se utilizaran para lograr identificar a una persona. En la tabla XXXII se muestra la entidad entrevista.

**Tabla XXXII. Descripción entidad entrevista.**

Nombre	Tipo de Dato	Descripción
IdCaso	numeric(18,0)	Foreign Key Caso
PrimerNombre	varchar(110)	Primer Nombre desaparecido
SegundoNombre	varchar(110)	Segundo Nombre desaparecido
PrimerApellido	varchar(110)	Primer Apellido desaparecido
SegundoApellido	varchar(110)	Segundo Apellido
FechaNac	datetime	Fecha Nacimiento
EdadDesaparece	numeric(18,0)	Edad al desaparecer
Sexo	numeric(18,0)	Sexo
Estatura	numeric(18,2)	Estatura al desaparecer
BaseEstatura	numeric(18,0)	Base Estatura

En la entidad Osamenta se almacena información de las osamentas analizadas, la edad, sexo, estatura estimadas para un caso específico. En la tabla XXXIII se muestra la entidad osamenta.

**Tabla XXXIII. Descripción entidad osamenta.**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo de Dato</b>	<b>Descripción</b>
fechaanálisis	datetime	Fecha del análisis
analizado por	varchar(100)	Nombre persona analiza
sexoseguridad	numeric(18,0)	Sexo en base a la edad
edadfinalseguridad	numeric(18,2)	Edad estimada
noosamenta	numeric(18,0)	No Osamenta
nocaso	varchar(50)	No Caso
idcaso	numeric(18,0)	Primary Key
sexosegunsexo	numeric(18,0)	Sexo estimado
estaturafinalsegunestatura	numeric(18,2)	Estatura estimada
estaturafinalbsegunestatura	numeric(18,2)	Estatura estimada

En la entidad Identificación se almacena información de las identificaciones de individuos logradas para un caso específico. En la tabla XXXIV se muestra la entidad Identificación.

**Tabla XXXIV. Descripción entidad identificación.**

<b>Nombre</b>	<b>Tipo de Dato</b>	<b>Descripción</b>
ididentificacion	int	Primary Key
idcaso	numeric(18,0)	Primary key, Foreign Key
identrevista	numeric(18,0)	Primary key, Foreign Key
noosamenta	numeric(18,0)	Primary key, Foreign Key
sexoidentificado	numeric(18,0)	Sexo con el que se identifica
edadidentificadaA	numeric(18,0)	Edad con la que se identifica
edadidentificadaB	numeric(18,0)	Edad con la que se identifica
estaturaidentificadaA	numeric(18,2)	Estatura con la que se identifica
estaturaidentificadaB	numeric(18,2)	Estatura con la que se identifica
metodoidentificacion	varchar(50)	Metodo utilizado

### **Conexión a la base de Datos**

La herramienta de desarrollo de la aplicación cliente/servidor es visual basic 6.0, para conectarnos a la base de datos de SQL SERVER es necesario tener configurado en las máquinas cliente el enlace dinámico ODBC llamado SE\_ODBC, una vez configurado el enlace podemos definir funciones que permiten la conexión, el ingreso, eliminación y modificación de datos.

## **Función Conectar**

Con la siguiente función podemos conectarnos a SQL SERVER mediante ODBC.

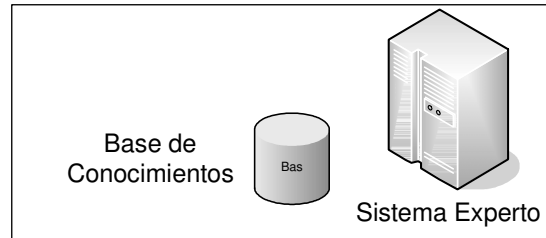
```
Public Function ConexionBD() As Boolean
On Error GoTo IniciaConexion_
Dim rst As ADODB.Recordset
    Set conn = New ADODB.Connection
    conn.ConnectionString = "Provider=MSDASQL.1;Persist Security
Info=False;Data Source=SE_ODBC"
    conn.Mode = adModeReadWrite
    conn.ConnectionTimeout = 30
    conn.Open
        ConexionBD = True
        ConexionEstablecida = True
        Exit Function
IniciaConexion_:
    ConexionBD = False

End Function
```

## **Arquitectura Módulo Antropología Forense, el Sistema Experto**

La parte de antropología forense del Sistema Experto es donde se determina el perfil biológico de una osamenta (sexo, edad y estatura), y se logra la identificación de los individuos, es donde se encuentra todos los componentes de un sistema experto (base de conocimientos, representación del conocimiento, motor de inferencia). Véase figura 34.

**Figura 34. Diagrama Módulo Antropología Forense**



El sistema experto se encuentra instalado en la Máquina Servidor, previamente instalado la herramienta de desarrollo EHSIS. Interactúa con el Usuario a través del ingreso de información y con la base de datos a través del intercambio de datos que son enviados al usuario y viceversa.