



**BENEMÉRITA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**SISTEMA EXPERTO PARA DETECTAR
DIVERSOS TIPOS DE CÁNCER**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

**PRESENTA:
ÁVILA PALACIOS MAGALI**

**ASESOR:
MARCIAL CASTILLO LUIS RENÉ**

PUEBLA, PUE.

2013

Resumen:

Los sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos son el tipo más común de los sistemas de inteligencia artificial para la rutina clínica. Contienen los conocimientos médicos, por lo general sobre una tarea muy específica y son capaces de razonar con los datos de pacientes individuales para llegar a conclusiones razonadas. Aunque hay muchas variaciones, el conocimiento dentro de un sistema experto típicamente es representado en forma de un conjunto de reglas codificadas mediante la lógica de primer orden o lógica de predicados.

Existen diferentes tareas clínicas en las que un sistema experto se puede aplicar como son:

1. **Asistencia en el diagnóstico.** Cuando el caso del paciente es complejo, raro o la persona que hace el diagnóstico, no tiene experiencia, entonces un sistema experto puede obtener un diagnóstico en base a los datos del paciente.
2. **Planificación y terapia crítica.** El sistema experto puede encontrar inconsistencias, errores y omisiones en un plan de tratamiento existente o se puede utilizar para formular un tratamiento basado en la condición específica del paciente.
3. **Reconocimiento e interpretación de las imágenes.** El objetivo es que el sistema experto pueda interpretar muchas imágenes médicas con la finalidad de encontrar anomalías.

Este trabajo se enfoca en la asistencia en el diagnóstico, el sistema experto desarrollado detectará diversos tipos de cáncer como lo son: colon, mama y uterino.

En este trabajo de Tesis, se aplicará la lógica de predicados para construir un sistema experto basado en reglas, las reglas se obtendrán en base a los conocimientos aportados por los expertos humanos, la implementación se desarrollará en swi-prolog con una interfaz gráfica usando la biblioteca XPCE. Las pruebas se llevarán a cabo con datos de pacientes reales.

*“Agradece al tiempo que, mucho más sabio que tú,
no apresure tus horas de dolor
ni se demore en tus momentos de dicha,
sino que te los mida con la misma igualdad,
con la misma ecuanimidad generosa.”*
Vicente Gaos

*“Lo importante en la vida no es el triunfo sino la lucha. Lo esencial no es haber
vencido, sino haber luchado bien.”*
(Barón Pierre de Coubertin)

AGRADECIMIENTOS

Primero y como más importante, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor de Tesis, MC. Luis René Marcial Castillo por haberme animado tanto desde mis comienzos, y aun que él no lo sabe, en los momentos más difíciles, ofreciéndome siempre su apoyo y contando conmigo para participar en distintos proyectos de los que he obtenido grandes y satisfactorias experiencias. Su esfuerzo y dedicación, sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mí, a su manera, ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como sentirme en deuda con él por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta Tesis.

A mis amigos

Los que han pasado y los que se han quedado en el camino: Ángel Parra, Eric Vargas, Sergio Tapia, Gabriel Osorio, René Salgado, Antonio Lozano, Enrique Tobon y Jorge López porque todos ustedes han sido tantas veces parte aguas de mi vida, la han marcado de alguna forma y me han abierto los ojos al mundo, gracias por infundirme sus ánimos.

A mis padres

Por apoyarme y motivarme a seguir en este camino.

Y por último, pero no menos importante quisiera agradecer a todas aquellas personas que siempre me dijeron que no podía, a aquellos que nunca confiaron en mí, a los que no me bajaron de mediocre, a todas esas personas que me lastimaron en muchas formas sólo puedo decirles GRACIAS, ya que sin ellas no sería la mujer que soy ahora, fuerte, decidida, independiente, sensata, perseverante, derecha, positiva, con muchas ganas de vivir y seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

Tema	Página
Resumen:.....	ii
Agradecimientos	iv
Índice general	v
Índice de figuras.....	ix
Índice de tablas.....	x
Índice de diagramas.....	x
1. - INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivo de la tesis.....	2
1.4 Alcance y limitación.....	2
1.5 Contenido de cada capítulo	2
2. - SISTEMA EXPERTO	
2.1 Los SE	4
2.1.1 Características de un SE.....	6
2.1.2 Función de un SE.....	6
2.1.3 Diferencia entre un SE y un programa clásico.....	6
2.2 Por qué usar SE.....	7
2.3 Tipos de SE.....	8
2.4 Componentes de un SE	10
2.5 Los expertos Humanos	11
2.6 Diferencias entre un experto y un no experto humano.....	14
2.7 Diferencias entre un SE y un experto humano.....	14

2.8 Partes de un S.E.....	15
2.8.1 La Base de Conocimiento.....	15
2.8.2 Motor de Inferencia.....	16
2.8.3 Algoritmo general del motor de inferencia.....	17
2.8.4 Encadenamiento hacia delante.....	18
2.8.5 Encadenamiento hacia atrás.....	19
2.8.6 Interfaz de Usuario.....	19
2.9 El Subsistema de Explicación.....	19
2.10 Desarrollo de un SE.....	20
2.10.1 Planteamiento del problema.....	20
2.10.2 Encontrar expertos humanos que puedan resolver el problema.....	21
2.10.3 Diseño de un SE.....	21
2.10.4 Elección de la herramienta de desarrollo.....	21
2.10.5 Desarrollo y prueba de un prototipo.....	21
2.10.6 Refinamiento y generalización.....	21
2.10.7 Mantenimiento y puesta al día.....	22

3. SISTEMAS BASADOS EN REGLAS

3.1 Reglas.....	23
3.2 Ejemplo de la Base de Conocimiento en el Sistema.....	25
3.3 Encadenamiento hacia delante o encadenamiento progresivo.....	26
3.4 Lógica de primer orden.....	27
3.4.1 Alfabeto.....	30
3.4.2 Reglas de Inferencia.....	31
3.4.3 Unificación.....	33
3.4.4 Resolución.....	35

4. CÁNCER

4.1 El cáncer en el mundo.....	37
4.2 ¿Por qué se produce el cáncer?.....	38

4.3	¿Cómo se previene el cáncer?	39
4.4	¿Cómo se diagnostica?	39
4.5	Tipos de cáncer a detectar	40
4.5.1	Cáncer Cervicouterino	40
4.5.2	El cáncer Cervicouterino, flagelo de la salud de la mujer	41
4.5.3	Frecuencia del Cáncer Cervicouterino en México	41
4.5.4	Factores de riesgo en el desarrollo del Cáncer Cervicouterino	41
4.5.5	Medidas que pueden tomarse para abatir el Cáncer Cervicouterino	42
4.5.6	Sugerencias para enfrentar este grave problema de salud	43
4.5.7	Medidas preventivas para no contraer el Cáncer Cervicouterino	44
4.5.8	Criterios de referencia	46
4.6	Cáncer de seno en el mundo	48
4.6.1	Introducción	48
4.6.2	Cáncer de seno en México	48
4.6.3	Factores de riesgo	49
4.6.4	Métodos de diagnóstico oportuno	50
4.6.5	Autoexploración mamaria	51
4.6.6	Examen clínico de mama	51
4.6.7	Mastografía	52
4.6.8	Programa de prevención y control de cáncer de mama en México	54
4.6.9	Lo más importante	55
4.7	Cáncer de Colon	64
4.7.1	Introducción	64
4.7.2	Anatomía del colon	64
4.7.3	Epidemiología	65
4.7.4	Factores de riesgo	65
4.7.5	Pruebas de detección	67
4.7.6	Cuadro clínico	67
4.7.7	Criterios de referencia a segundo y tercer nivel	67
4.7.8	Vigilancia y seguimiento	68
4.7.9	Clasificación o escalas de la enfermedad	70

5.- DESARROLLO DE UN SE PARA DETECTAR DIVERSOS TIPOS DE CÁNCER	
5.1 Factores de riesgo	72
5.2 Diagrama General.....	73
6. PROLOG	
6.1 Prolog y el lenguaje de la lógica de primer orden	80
6.2 Predicados	80
6.3 Sintaxis	81
6.4 Caracteres	81
6.5 Swi-prolog	81
7. PRUEBA REAL	
8. CONCLUSIONES.....	95
9. BIBLIOGRAFÍA	96
10. ANEXOS	99
Autoexploración mamaria	99
Inspección manual de pie	99
Inspección manual recostada	101
APÉNDICE A.....	103
Manual de usuario.....	103
Cartas de aceptación de los expertos humanos.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Campos de aplicación de los sistemas expertos.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Componentes típicos de un SE.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3. Partes del SE.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 4. Motor de inferencia.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 5. Algoritmo del motor de inferencia.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6. Algoritmo de encadenamiento hacia delante</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7. Algoritmo de encadenamiento hacia atrás</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8. Etapas en el desarrollo de un sistema experto</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9. Encadenamiento progresivo o hacia delante.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 10. Encadenamiento hacia atrás.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11. Anatomía del Cérvix.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 12. Anatomía de la mama</i>	<i>48</i>
<i>Figura 13. Anatomía del colon.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 14. Icono de Swi-Prolog.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 15. Entorno de Swi-Prolog</i>	<i>82</i>
<i>Figura 16. Interfaz del sistema experto.</i>	<i>83</i>
<i>Figura 17. Sexo del paciente.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 18. Rango de edad.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 19. Cáncer a detectar.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 20. Factores de riesgo para el cáncer de colon.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 21. Se selecciona ver los criterios.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 22. Criterios de Ámsterdam I,II y Bethesda modificados.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 23. Opción de regresar.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 24. Criterios de Bethesda.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 25. Se puede regresar nuevamente al sistema.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 26. Diagnóstico y análisis que se necesitaran.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 27. Se elige una opción.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 28. Sexo del paciente.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 29. Rango de edad.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 30. Se selecciona el tipo de cáncer a detectar.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 31. Factores de riesgo para CCU.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 32. Se selecciona resultados en general.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 33. Paciente esta inmunocomprometida</i>	<i>92</i>
<i>Figura 34. ¿Paciente mayor de 69 años?</i>	<i>92</i>
<i>Figura 35. Mujer embarazada ni tiene una vida sexual activa.....</i>	<i>93</i>

<i>Figura 36. La paciente no tiene histerectomía.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 37. Antecedentes de enfermedad en el cérvix</i>	<i>93</i>
<i>Figura 38. Diagnóstico Final.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 39. Tipos de histerectomía</i>	<i>94</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Diferencia entre un SE y un programa clásico.</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2. Diferencias entre un experto y un no experto humano.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 3. Diferencias entre un Sistema Experto y un Experto Humano.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 4. Ejemplos de sustitución de reglas.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 5. Un ejemplo de objetos con sus posibles valores.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6. Diferencias entre tumor benigno y maligno</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7. Factores de riesgo asociados al cáncer y porcentajes de atribución.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 8. Clasificación de BI-RADS.....</i>	<i>60</i>

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1. Frecuencia del tamizaje del CCU.....</i>	<i>45</i>
<i>Diagrama 2. Resultado de la citología cervical.....</i>	<i>47</i>
<i>Diagrama 3. Pacientes asintomáticos</i>	<i>57</i>
<i>Diagrama 4. Pacientes con sintomatología de Cáncer de Mama</i>	<i>58</i>
<i>Diagrama 5. Tumoración en mama</i>	<i>59</i>
<i>Diagrama 6. Pacientes con mastalgia</i>	<i>61</i>
<i>Diagrama 7. Descarga del pezón no es láctea.....</i>	<i>62</i>
<i>Diagrama 8. Alteraciones en la piel.....</i>	<i>63</i>
<i>Diagrama 9. Cáncer de Colon.....</i>	<i>69</i>
<i>Diagrama 10. Diagrama general del sistema experto</i>	<i>78</i>

Capítulo 1

1. - INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

No hace mucho, se creía que algunos problemas como la demostración de teoremas, el reconocimiento de la voz y el de patrones, ciertos juegos y sistemas complejos de tipo determinista o estocástico, tenían que ser resueltos por personas, ya que su formulación y resolución requieren ciertas habilidades que sólo se encuentran en los seres humanos, muchos de estos problemas pueden ser formulados y resueltos por máquinas [1].

En ésta tesis ahondaremos en los sistemas expertos debido a que son una herramienta cuya utilidad ya está comprobada. Se presentan los aspectos generales de un Sistema Experto (en adelante SE), sus orígenes, componentes, construcción y utilización primordialmente, con el fin de crear conciencia en las empresas de que los SE representan una oportunidad innegable de modernización y mejoramiento de sus procesos.

Un SE no tiene verdadera Inteligencia Artificial; mejor dicho, es un sistema basado en el conocimiento que, mediante el buen diseño de su base de información y un adecuado motor de inferencia para manipular dichos datos proporciona una manera de determinar resoluciones finales dados ciertos criterios.

Los SE son una herramienta poderosa en el apoyo o guía de los usuarios en los procesos que tienen una secuencia de pasos definida, pero que se puede configurar. Las empresas siguen utilizando el viejo paradigma de atención a los usuarios de manera presencial (personal, telefónica) o semipresencial (listas de correo). Esto restringe seriamente la labor del profesional de las Tecnologías de la Información.

Comenzaremos con algunas definiciones de SE, sus características, funciones, componentes además se mencionarán las diferencias entre un sistema experto y un experto humano.

1.2 Planteamiento del problema

Muchos médicos pasan por alto preguntas de escrutinio que pueden coadyuvar a un diagnóstico certero y oportuno de cualquier tipo de cáncer, como sabemos, la detección oportuna de esta enfermedad es lo que hace la diferencia entre la vida y la muerte, de aquí la importancia de esta fase pre analítica en el tratamiento veraz de la enfermedad. Este SE está enfocado principalmente a las instituciones públicas de salud del país en donde la cantidad de pacientes que acuden diariamente a consulta externa es muy alta lo cual impide que se dedique el tiempo de exploración suficiente para realizar un tamizaje completo y adecuado.

La elección del médico, una detección adecuada y oportuna, y un tratamiento eficiente es esencial para poder sobrellevar ésta enfermedad así como su recuperación.

El SE pretende reducir los tiempos de consulta y abarcar la mayoría de los puntos de referencia que sirven para determinar la sospecha de cáncer de colon, mama y seno. Es por ésta razón que se plantea el diseño y desarrollo de un SE capaz de dar a conocer a los médicos una buena estrategia de detección oportuna de cáncer.

1.3 Objetivo de la tesis

Diseñar y desarrollar un SE capaz de facilitar una detección oportuna de 3 tipos de cáncer: uterino, colon y mama, mediante encuestas que proporciona el IMSS, ISSSTE, etc., a los médicos, las cuales son tediosas y tardadas, se busca también reducir tiempos y costos.

1.4 Alcance y limitación

El alcance esperado por este SE consiste esencialmente en la proposición adecuada de una aplicación que mejor se adapte a los médicos en cuanto a la detección de cáncer y las medidas de prevención o medicación hacia el paciente.

1.5 Contenido de cada capítulo

En el capítulo dos se presenta la teoría referente a sistemas expertos, sus partes y los expertos humanos. Se define qué es un SE, sus características, diseño y cómo es que se desarrolla.

En el capítulo tres se abordan los sistemas basados en reglas, se define qué es una regla, el encadenamiento hacia adelante y la lógica de primer orden, cuál es

su gramática y sus mecanismos que se utilizan para trabajar un conocimiento dado para obtener conclusiones ciertas.

En el capítulo cuatro profundizaremos en los 3 tipos de cáncer que el sistema detecta, su definición, la anatomía de cada uno de los órganos, factores de riesgo y se explicará cómo es que se llegaron a los diagramas para la detección.

En el capítulo cinco se muestra el diagrama general del sistema y cómo es que se llevo a él.

En el capítulo seis se abordará la implementación del sistema, su funcionamiento y resultados obtenidos.

Por último, se expondrá un caso experimental que nos permita evaluar la aplicación, donde se detallarán los resultados obtenidos, los cuales, nos permitirán presentar los aspectos teóricos tratados.

Capítulo 2

2. - SISTEMA EXPERTO

2.1 Los sistemas expertos

Desde su aparición, a mediados de 1960, los SE se han definido como aquellos programas que se basan en el conocimiento y tratan de imitar el razonamiento de un experto humano para resolver un problema de un tópico definido. Su comportamiento se basa generalmente en reglas, es decir, se basa en conocimientos previamente definidos, y mediante estos conocimientos, los SE son capaces de tomar decisiones [2].

Actualmente, un SE define de la siguiente manera:

Un SE es un sistema informático que simula los procesos de aprendizaje, memorización, razonamiento, comunicación y acción de un experto humano en una determinada rama de la ciencia, suministrando, de esta forma, un consultor que puede sustituirle con unas ciertas garantías de éxito .

En la literatura existente se pueden encontrar muchas definiciones de sistema experto. Por ejemplo, Stevens, da la definición siguiente [1]:

Los SE son máquinas que piensan y razonan como un experto humano lo haría en un campo en específico. Un SE de verdad, no sólo realiza las funciones tradicionales de manejar grandes cantidades de datos, sino que también manipula esos datos de forma tal que el resultado sea comprensible y tenga significado para responder a preguntas incluso no completamente especificadas.

Aunque la anterior es todavía una definición razonable de un SE, han surgido desde entonces otras definiciones, debido al rápido desarrollo de la tecnología.

Durkin examina unos 2,500 SE y los clasifica por criterios, tales como áreas de aplicación, tareas realizadas, etc. Tal como puede verse en la Figura 1, la economía, la industria y la medicina continúan siendo los campos dominantes entre aquellos en los que se utilizan los SE. La sección siguiente muestra algunos ejemplos que motivan la aplicación de los SE en algunos de estos campos [1].

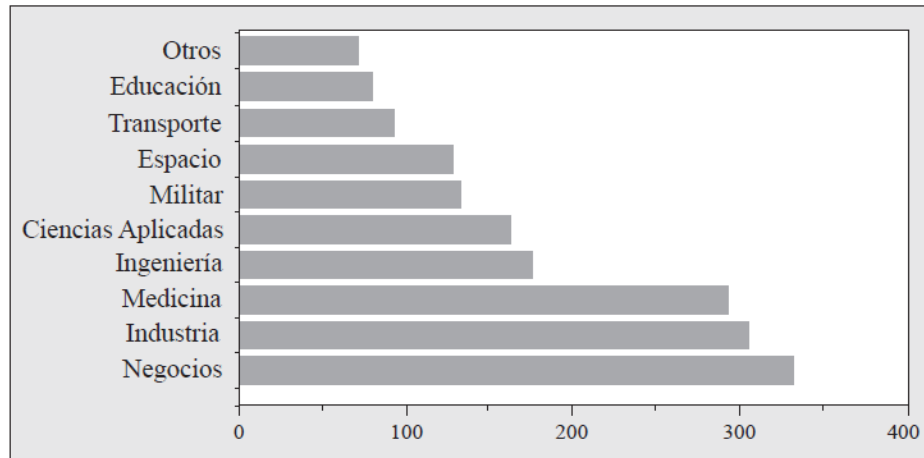


Figura 1. Campos de aplicación de los sistemas expertos.

Un problema se presta a ser resuelto usando un SE cuándo [3]:

- 1) Una solución del problema tiene una rentabilidad tan alta que justifica el desarrollo de un sistema, pues las soluciones son necesidades del área y no se ha trabajado en otros métodos para obtenerla.
- 2) El problema puede resolverse sólo por un conocimiento experto que puede dar forma a los conocimientos necesarios para resolver el problema, y la intervención de experto dará al sistema la experiencia que necesita.
- 3) El problema puede resolverse solamente por un conocimiento experto en vez de usar algoritmos particulares.
- 4) Se tiene acceso a un experto que puede dar forma a los conocimientos necesarios para resolver el problema. La intervención de este experto dará al sistema la experiencia que necesita.
- 5) El problema puede o no tener una solución única. Los SE funcionan mejor con problemas que tienen un cierto número de soluciones aceptables.
- 6) El problema cambia rápidamente, o bien el conocimiento es el que cambia rápidamente, o sus soluciones son las que cambian constantemente.
- 7) El desarrollo de un SE no se considera que está acabado una vez que funciona este, sino que continúan desarrollando y actualizando tanto el conocimiento del sistema como los métodos de procesamiento, quedando reflejados los progresos o modificaciones en el campo, área o sistema.

Como tal, un SE debería ser capaz de procesar y memorizar información, aprender y razonar en situaciones deterministas e inciertas, comunicar con los hombres y/u otros SE, tomar decisiones apropiadas, y explicar por qué se han tomado tales decisiones. Se puede pensar también en un SE como un consultor que puede suministrar ayuda a (o en algunos casos sustituir completamente) los expertos humanos con un grado razonable de fiabilidad.

2.1.1 Características de un SE

Cuando se programan sistemas expertos, se espera cuenten con las principales características, las cuales son las siguientes [4]:

- No debe demorar más de 3 horas en resolver un problema.
- Se deben aplicar a cosas prácticas.
- Debe contar con la colaboración del experto.
- El conocimiento del experto no está en los libros de texto.
- El conocimiento está distribuido, pertenece a varias personas.
- Tienen pocos niveles de profundidad.
- Los expertos no razonan a partir de principios (razona a partir de su experiencia).

2.1.2 Función de un SE

La función principal de un SE es aportar soluciones a problemas complejos, como si de humanos se tratara, esto es que debe ser capaz de mostrar soluciones inteligentes.

2.1.3 Diferencia entre un SE y un programa clásico

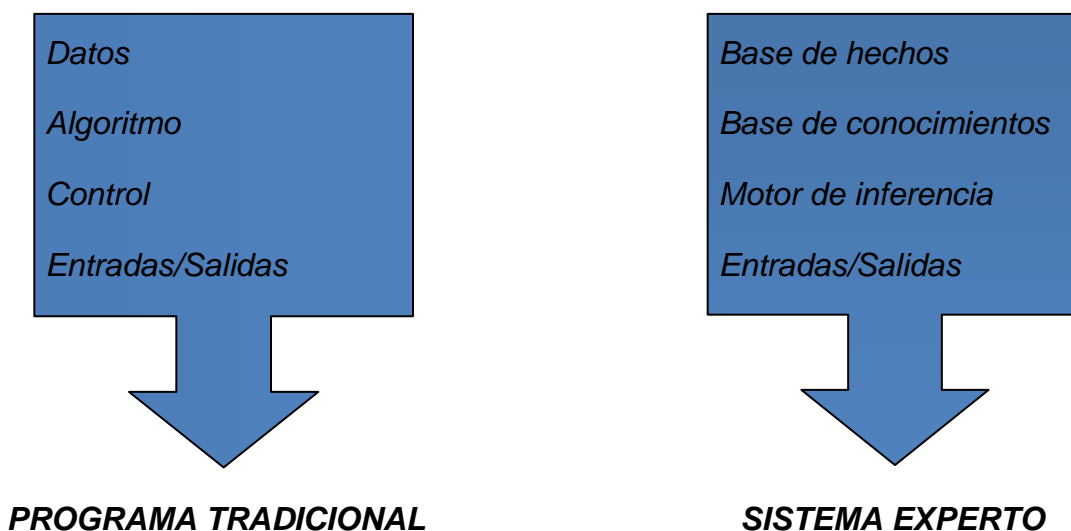
Los sistemas expertos están diseñados de forma que facilitan la labor de las organizaciones. La mayoría de los sistemas expertos son DSS (Decisión Support Software, software de ayuda a la toma de decisiones). Su principal objetivo es extraer conclusiones sobre los datos analizados. A continuación se muestra en la tabla 1, las diferencias entre un sistema experto y un sistema tradicional [5].

SISTEMA CLÁSICO	SISTEMA EXPERTO
Conocimiento y procesamiento combinados en un programa	Base de conocimiento separada del mecanismo de procesamiento
No tiene errores	Puede contener errores
No da explicaciones, los datos sólo se usan o escriben	Una parte del sistema experto la forma el módulo de explicación
Los cambios son tediosos	Los cambios en la reglas son fáciles

El sistema sólo opera completo	El sistema puede funcionar con pocas reglas
Se ejecuta paso a paso	La ejecución usa heurísticas y lógica
Necesita información completa para operar	Puede operar con información incompleta
Representa y usa datos	Representa y usa conocimiento

Tabla 1. Diferencia entre un SE y un programa clásico.

Por lo tanto un programa tradicional y un sistema experto pueden esquematizarse de la siguiente manera:



La base de hechos es en un sistema experto, lo que los datos son en un programa tradicional, la base de conocimientos reemplaza al algoritmo y el motor de inferencia es el programa.

2.2 Por qué usar Sistemas Expertos

El desarrollo o la adquisición de un SE es generalmente caro, pero el mantenimiento y el coste marginal de su uso repetido es relativamente bajo. Por otra parte, la ganancia en términos monetarios, tiempo y precisión resultantes del uso de los SE son muy altas, y la amortización es muy rápida. Sin embargo, antes de desarrollar o adquirir un SE debe realizarse un análisis de factibilidad y de coste-beneficio. Hay varias razones para utilizar SE. Las más importantes son:

1. Con la ayuda de un SE, personal con poca experiencia puede resolver problemas que requieren un conocimiento de experto. Esto es también importante

en casos en los que hay pocos expertos humanos. Además, el número de personas con acceso al conocimiento aumenta con el uso de SE.

2. El conocimiento de varios expertos humanos puede combinarse, lo que da lugar a SE más fiables, ya que se obtiene un SE que combina la sabiduría colectiva de varios expertos humanos en lugar de la de uno solo.

3. Los SE pueden responder a preguntas y resolver problemas mucho más rápidamente que un experto humano. Por ello, los sistemas son muy valiosos en casos en los que el tiempo de respuesta es crítico.

4. En algunos casos, la complejidad del problema impide al experto humano resolverlo. En otros casos la solución de los expertos humanos no es fiable. Debido a la capacidad de los ordenadores de procesar un elevadísimo número de operaciones complejas de forma rápida y aproximada, los SE suministran respuestas rápidas y fiables en situaciones en las que los expertos humanos no pueden.

5. Los SE pueden ser utilizados para realizar operaciones monótonas, aburridas e incómodas para los humanos. En verdad, los SE pueden ser la única solución viable en una situación en la que la tarea a realizar desborda al ser humano (por ejemplo, un avión o una cápsula espacial dirigida por un SE).

6. Se pueden obtener enormes ahorros mediante el uso de SE.

2.3 Tipos de SE

Algunos de los problemas con los que pueden tratar los SE se pueden clasificar en [1]:

- **Por la forma de almacenar conocimiento:** se pueden distinguir *sistemas basados en reglas* y *sistemas basados en probabilidad*. En el primer caso, el conocimiento se almacena en forma de hechos y reglas, opera mediante encadenamiento de reglas hacia atrás y adelante, mientras que en el segundo la base de conocimientos está constituida por hechos, opera mediante la evaluación de probabilidades condicionales.
- **Por la naturaleza de la tarea a realizar:** hay cuatro posibilidades:
 - *Diagnóstico* o *clasificación*: se conocen soluciones y se tratan de clasificarlas o diagnosticarlas en función de una serie de datos.
 - *Monitorear*: análisis del comportamiento de un sistema buscando posibles fallos, en este caso es importante contemplar la evolución del sistema pues no siempre los mismos datos dan lugar a idénticas soluciones.
 - *Diseño*: se busca la construcción de la solución a un problema, que en principios es desconocida, a partir de datos y restricciones a satisfacer.

- *Predicción*: se estudia el comportamiento de un sistema.
- **Por la interacción del usuario:**
 - *Apoyo*: el sistema aconseja al usuario, que mantiene la capacidad de una última decisión.
 - *Control*: el sistema actúa directamente sin intervención humana.
 - *Crítica*: su misión es analizar y criticar decisiones tomadas por el usuario.
- **Por la limitación de tiempo para tomar decisiones:**
 - *Tiempo ilimitado*: aquellos que emplean conocimiento casual, que busca orígenes de un problema que ha ocurrido y cuyo análisis no necesita ser inmediato.
 - *Tiempo limitado (tiempo real)*: sistemas que necesitan actuar controlando o monitoreando dispositivos y que han de tomar decisiones inmediatas frente a los problemas que surjan.
- **Por la variabilidad temporal del conocimiento:**
 - *Estáticos*: la base del conocimiento no se altera durante el proceso de decisión.
 - *Dinámicos*: ocurren cambios en la base de conocimientos durante la toma de decisiones. Estos cambios pueden ser predecibles o impredecibles y además pueden, bien añadir información, bien modificar la información ya existente.
- **Por la naturaleza del conocimiento almacenado:**
 - *Basado en experiencia*: el conocimiento se basa en experiencias o hechos ocasionados conocidos por el experto, pero sin que exista una causa clara para los efectos que se observan.
 - *Basado en relaciones causa-efecto*.
- **Por la certeza de la información:**
 - *Completa o perfecta*: se conocen todos los datos y reglas necesarios para la decisión.
 - *Imperfecta*: que puede ser incompleta (falta información para tomar decisiones). Datos inciertos (o no confirmados), conocimientos inciertos (reglas no siempre validas), terminología ambigua (dobles sentidos).

2.4 Componentes de un Sistema Experto

Las definiciones de SE dadas en la Sección 2.1 se entienden mejor cuando se examinan los principales componentes de los SE. Estos componentes se muestran esquemáticamente en la Figura 2:

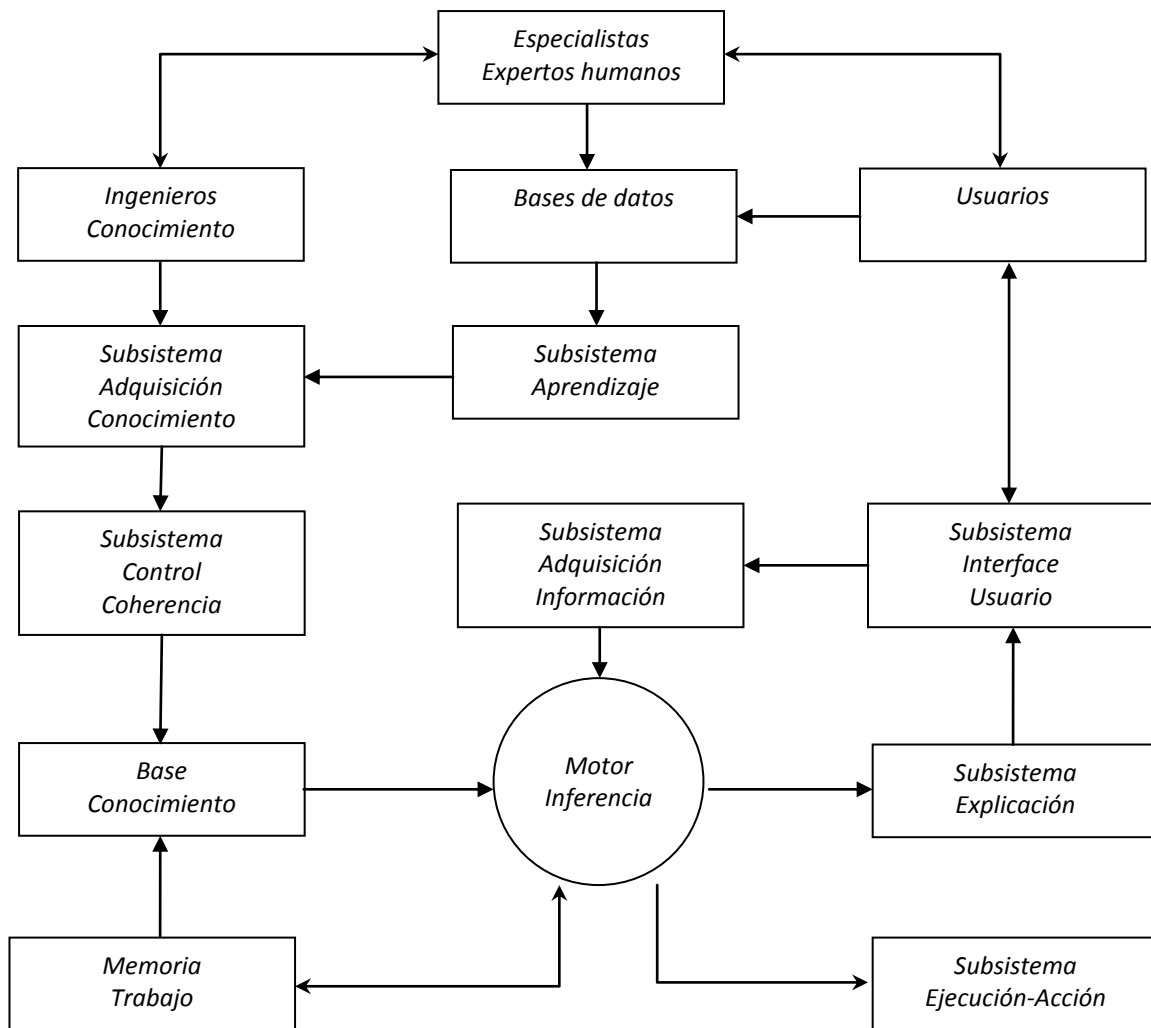


Figura 2. Componentes típicos de un SE (Las flechas representan el flujo de la información).

2.5 Los expertos Humanos

Un experto humano es una persona que es competente en un área determinada del conocimiento o del saber, es alguien que sabe mucho sobre un tema determinado y que puede dar un consejo adecuado. Este conocimiento sólo se adquiere tras un largo aprendizaje y a base de mucha experiencia. Los expertos humanos tienen las siguientes características generales:

- Son personas raras, tanto por su escaso número como su comportamiento poco “ortodoxo”, e “incomprensible” frente a los problemas con los que se enfrentan. Son caros por dos motivos: por su escaso número y por necesitar un largo periodo de aprendizaje.
- No están siempre disponibles, pues son humanos y cuando se jubilan o mueren se llevan con ellos todos sus conocimientos. Es por eso que tradicionalmente están acompañados de un “aprendiz”.
- Hay expertos que tienen mal carácter, son informales o poco comunicativos, lo que a veces les hace antipáticos.

La forma más rápida de formar a un experto es mediante el aprendizaje formal o académico (“conocimiento profundo”) en un principio, y posteriormente un aprendizaje informal o práctico (“conocimiento informal”).

En la presente tesis se conto con la ayuda de los siguientes expertos humanos:

© JESUS GÓMEZ MANDUJANO

Médico cirujano

Egresado de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, titulado con honores de esta institución, experiencia en el hospital general de la ciudad de Cuautla Morelos y Jefe del área de Banco de Sangre de esta institución de salud, hacen de él un experto humano capacitado para ayudar al desarrollo del sistema experto. Colaboró a elegir las preguntas del tamizaje que se llevan a cabo en el SE, orientó, guió, asesoró y capacitó al autor de la presente tesis sobre las diversas terminologías médicas que se utilizan en este trabajo de investigación. Orientó sobre la importancia y utilidad de desarrollar un programa que apoyara a disminuir los tiempos de consulta empleados en instituciones de salud públicas, ayudó en la organización de las pruebas de control del SE en el Hospital General “Mauro Belaunzaran Tapia”, colaboró de manera activa para llegar a acuerdos con el director de dicha unidad médica para la autorización de las pruebas antes mencionadas.



Actualmente trabaja en el
Hospital General de
Cuautla, Morelos

© ÁVILA PALACIOS JESSICA

Lic. Teniente en Enfermería

La Licenciada Enfermera fue formada bajo altos estándares de exigencia académica pues proviene de una de las instituciones educativas con mayor prestigio a nivel nacional, la experiencia práctica que ha adquirido en su estancia en el Hospital Central Militar ubicado en la ciudad de México y su asistencia a múltiples programas de prevención nacional contra el cáncer ayudó al desarrollo del presente sistema experto pues orientó a determinar los factores de riesgo que debían de ser incluidos en las pruebas de tamizaje. También colaboró en la búsqueda de fuentes de información veraces y útiles que dieran sustento a las bases teóricas de este trabajo de tesis.



Actualmente trabaja en el
Hospital Central Militar,
D.F.

© LUIS RAMÓN NÁJERA MASSO

Mayor Médico Cirujano

El Médico Mayor con su vasta experiencia en el ramo médico ayudó a guiar y organizar a los demás expertos humanos para coadyuvar al desarrollo del sistema experto. Fue la parte directriz de la parte médica del presente trabajo. Gracias a su amplia experiencia en temas de cáncer orientó al autor de la tesis y dispuso la mayoría de sus dudas respecto al tema, supervisó las pruebas de control del SE, las verificó, corrigió errores, sugirió modificaciones y alentó al autor a eliminar según su criterio y experiencia, preguntas del tamizaje por ser innecesarias y adoptó otras que consideró relevantes e importantes incluir. Fue quien llevó la dirección del SE en la parte médica.



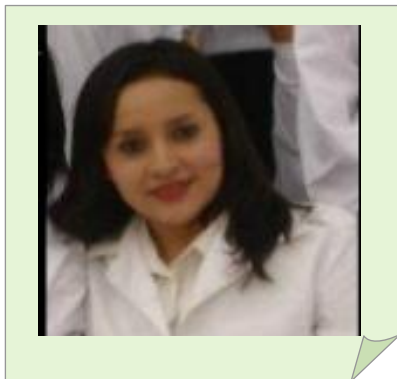
Actualmente trabaja en el
Hospital Central Militar,
D.F.

© ÁVILA PALACIOS LETICIA

Lic. Químico Farmacobiólogo

La experta humana Q.F.B contribuyó a determinar las pruebas de escrutinio citológicas, químicas y bioquímicas para la detección oportuna de cáncer en pacientes bajo sospecha. Su experiencia en el hospital de la Mujer, que es una unidad de salud de amplio reconocimiento a nivel nacional en pro de la salud de la Mujer, institución de referencia para el manejo de displasias uterinas y mamarias, valida la ayuda significativa en el desarrollo del sistema experto.

Colaboró junto al personal médico para guiar al autor de la presente tesis a desarrollar el escrutinio y tamizaje necesario para ser un coadyuvante en el diagnóstico oportuno y veraz del cáncer.



Actualmente trabaja en el
Hospital de la Mujer en
Yautepec, Morelos

2.6 Diferencias entre un experto y un no experto humano

Como se puede ver en la tabla 2, es más viable desarrollar un sistema experto a un no experto, ya que nos muestra ventajas que a la hora de programar son mucho más eficientes [6].

	<i>Experto</i>	<i>No experto</i>
<i>Tiempo de Resolución</i>	<i>Pequeño</i>	<i>Grande</i>
<i>Eficacia Resolutiva</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>
<i>Organización</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>
<i>Estrategias y Tácticas</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>
<i>Búsqueda de Soluciones</i>	<i>Heurística</i>	<i>No Heurística</i>
<i>Cálculos Aproximados</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>

Tabla 2. Diferencias entre un experto y un no experto humano.

El uso de heurísticas contribuye grandemente a la potencia y flexibilidad de los SE y tiende a distinguirlos aún más del software tradicional.

2.7 Diferencias entre un SE y un experto humano

A continuación en la tabla 3 se muestran las diferencias entre el experto humano y el sistema experto lo que a simple vista nos da una idea de por qué se debe utilizar un sistema experto [6].

	<i>Sistema experto</i>	<i>Experto humano</i>
<i>Conocimiento</i>	<i>Adquirido</i>	<i>Adquirido + Innato</i>
	<i>Fácil</i>	<i>Difícil de documentar</i>
<i>Limitación de capacidad</i>	<i>Sí</i>	<i>Sí, no valuable</i>
	<i>Enfoque cerrado</i>	<i>Enfoque amplio</i>
<i>Explicación</i>	<i>Siempre</i>	<i>A veces</i>
	<i>Alcanzable</i>	<i>Caro</i>
<i>Reproducible</i>	<i>Sí, idéntico</i>	<i>No</i>
	<i>No inspirado</i>	<i>Creativo</i>
<i>Vida</i>	<i>Permanente</i>	<i>No perdurable</i>
	<i>Fácil</i>	<i>Difícil de transferir</i>
<i>Adquisición del</i>	<i>Teórico</i>	<i>Teórico + Práctico</i>

<i>conocimiento</i>		
	<i>Entrada simbólica</i>	<i>Experiencia personal</i>
<i>Campo</i>	<i>Único</i>	<i>Múltiples</i>

Tabla 3. Diferencias entre un Sistema Experto y un Experto Humano.

2.8 Partes de un S.E.

En la figura 3 se muestran las partes del SE. Sus tres secciones principales son igualmente importantes para el funcionamiento correcto del sistema [7].

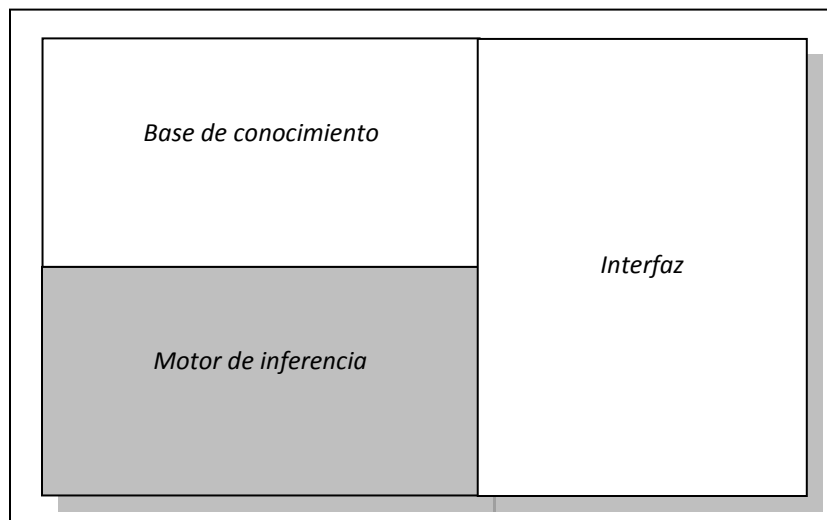


Figura 3. Partes del SE.

2.8.1 La Base de Conocimiento

En la base del conocimiento se guarda todo el saber que el experto humano nos puede dar sobre el área en particular que va a trabajar el SE. Cuando esta parte es la más importante del sistema, se dice que el sistema está basado en conocimiento. El conocimiento puede ser **declarativo**, es decir que proporciona información específica sobre objetos, eventos o situaciones. Pero también puede ser **procesal**, es decir que indica lo que se tiene que hacer.

El conocimiento procesal se usa para crear las reglas de producción. Esto no es otra cosa más que colocar las reglas en formato *if-then*. También se tiene otro tipo de reglas conocido como **metarreglas**. Este tipo de reglas indican qué características hacen que algunas reglas deban usarse en lugar de otras, esto es: las metarreglas son las reglas de las reglas.

Ahora que ya se tiene una gran cantidad de información en la base del conocimiento, se necesita saber cuándo y cómo aplicarla. El tener la información por sí misma no es muy útil, el saber usarla es lo que le da la utilidad.

2.8.2 Motor de Inferencia

El motor de inferencia es el corazón de todo SE. El cometido principal de este componente es el de sacar conclusiones aplicando el conocimiento a los datos. Por ejemplo, en diagnóstico médico, los síntomas de un paciente (datos) son analizados a la luz de los síntomas y las enfermedades y de sus relaciones (conocimiento). Las conclusiones del motor de inferencia pueden estar basadas en conocimiento determinista o conocimiento probabilístico. Como puede esperarse, el tratamiento de situaciones de incertidumbre (probabilísticas) puede ser considerablemente más difícil que el tratamiento de situaciones ciertas (deterministas).

En muchos casos, algunos hechos (datos) no se conocen con absoluta certeza. Por ejemplo, piénsese en un paciente que no está seguro de sus síntomas. Puede darse el caso de tener que trabajar con conocimiento de tipo no determinista, es decir, de casos en los que se dispone sólo de información aleatoria o difusa. El motor de inferencia es también responsable de la propagación de este conocimiento incierto. De hecho, en los SE basados en probabilidad, la propagación de incertidumbre es la tarea principal del motor de inferencia, que permite sacar conclusiones bajo incertidumbre. Esta tarea es tan compleja que da lugar a que ésta sea probablemente la componente más débil de casi todos los SE existentes [8].

En la figura 4 se expone el motor de inferencia con el trabajo interno que realiza y su relación hacia los otros elementos del SE.

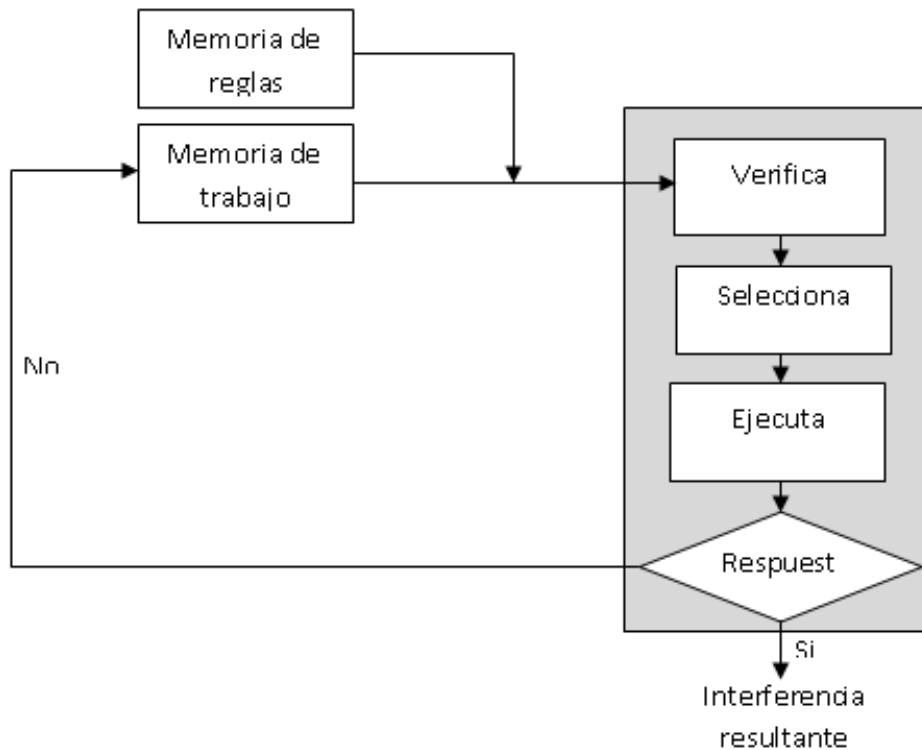


Figura 4. Motor de inferencia.

Si el motor de inferencia está bien diseñado, y hay una separación entre él y la base de conocimiento, entonces es posible usarlo para otros sistemas expertos relacionados con temas diferentes. De esta forma, el mismo motor puede funcionar con diferentes bases de conocimiento. Desde luego, esto requiere de una planificación adecuada en el motor y las interfaces necesarias hacia la base de conocimiento.

2.8.3 Algoritmo general del motor de inferencia

Como puede verse el algoritmo de la figura 5 ejecuta un bucle mientras no se verifican dos condiciones (etapa 2): una condición de finalización y una acción de parada. La condición de finalización, en general, indica el hecho meta que tiene que alcanzarse.

```

1. BH= HechosIniciales;
2. mientras NoVerificaCondiciónFinalización(BH) o NoseEjecutaAccióndeParada hacer
3.     ConjuntoConflicto = Equiparar (BC,BH);
4.     R=Resolver(ConjuntoConflicto);
5.     NuevosHechos = Aplicar (R,BH);
6.     Actualizar (BH,NuevosHechos);
7. fin mientras

```

Figura 5. Algoritmo del motor de inferencia

Esta meta se alcanzará cuando esté contenida como hecho en la base de hechos. La ejecución de alguna acción de parada, en general, se produce cuando el procedimiento no tiene éxito en la búsqueda de un conjunto de reglas que permitan alcanzar dicha meta.

2.8.4 Encadenamiento hacia delante

El encadenamiento hacia delante se activa pos la incorporación de un nuevo hecho p a la base de conocimientos. La idea consiste en determinar todas las implicaciones cuyas premisas sean p ; luego, si ya se sabe que las otras premisas son válidas, podemos añadir la consecuencia de la implicación a la base de conocimientos, con lo que se activa así la obtención de más inferencias. Se dice que una oración es el renombramiento de otra i la obtención de más inferencias.

```

1. BH = HechosIniciales, ConjuntoConflicto = ExtraeCualquierRegla(BC);
2. mientras NoContenida(Meta,BH) y NoVacio(ConjuntoConflicto) hacer
3.     ConjuntoConflicto = Equiparar(Antecedentes(BC),BH);
4.     si NoVacio(ConjuntoConflicto) entonces
5.         R=Resolver(ConjuntoConflicto);
6.         NuevosHechos = Aplicar(R,BH);
7.         Actualizar(BH,NuevosHechos);
8.     fin si
9. fin mientras
10. si Contenida(Meta,BH) entonces
11.     Devolver "éxito";
12. fin si

```

Figura 6. Algoritmo de encadenamiento hacia delante

2.8.5 Encadenamiento hacia atrás

El encadenamiento hacia atrás está hecho para buscar todas las respuestas a una pregunta formulada a la base de conocimientos. El algoritmo de encadenamiento hacia atrás lo que hace primero es verificar, si las respuestas se pueden obtener a partir de las oraciones de la base de conocimientos. Luego busca todas las implicaciones cuyas conclusiones respectivas unifica con la consulta y trata de establecer cuáles son las premisas de tales implicaciones, también mediante el encadenamiento hacia atrás. Si la premisa es una conjunción, la procesará conjunto por conjunto, construyendo así el unificador de toda la premisa.

1. *BH = HechosIniciales;*
2. *si Verificar (Meta,BH) entonces*
3. *devolver "éxito";*
4. *si no*
5. *devolver "fracaso";*
6. *fin si*

Figura 7. Algoritmo de encadenamiento hacia atrás

2.8.6 Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario es el enlace entre el SE y el usuario. Por ello, para que un SE sea una herramienta efectiva, debe incorporar mecanismos eficientes para mostrar y obtener información de forma fácil y agradable. Una razón de la importancia de la interfaz de usuario es que los usuarios evalúan comúnmente los SE y otros sistemas, por la calidad de dicha interfaz más que por la del SE mismo, aunque no se debería juzgar la calidad de un libro por su portada.

El tipo de interfaz va a depender del tipo de usuario que utilizará el SE. Es necesario conocer si lo van a utilizar usuarios experimentados tanto en el uso de la computadora como en el tema o, por el contrario, si serán usuarios novatos.

Bruce G. Buchanan y Edgard H. Shortlife describen siete características que deben tener los SE. Estas características son: útil, usable, educativo, explicativo, responsivo, aprendizaje y fácil de modificar [9].

2.9 El Subsistema de Explicación

El usuario puede pedir una explicación de las conclusiones sacadas o de las acciones iniciadas por el sistema experto. Por ello, es necesario un subsistema que explique el proceso seguido por el motor de inferencia o por el subsistema de ejecución.

En muchos dominios de aplicaciones, es necesaria la explicación de las conclusiones debido a los riesgos asociados con las acciones a ejecutar. Por ejemplo, en el campo del diagnóstico médico, los doctores son responsable últimos de los diagnósticos, independientemente de las herramientas técnicas utilizadas para sacar conclusiones. En estas situaciones, sin un subsistema de explicación, los doctores pueden no ser capaces de explicar a sus pacientes las razones de su diagnóstico.

2.10 Desarrollo de un Sistema Experto

Weiss y Kulikowski sugieren las etapas siguientes para el diseño e implementación de un SE, ver Figura 8 [1].

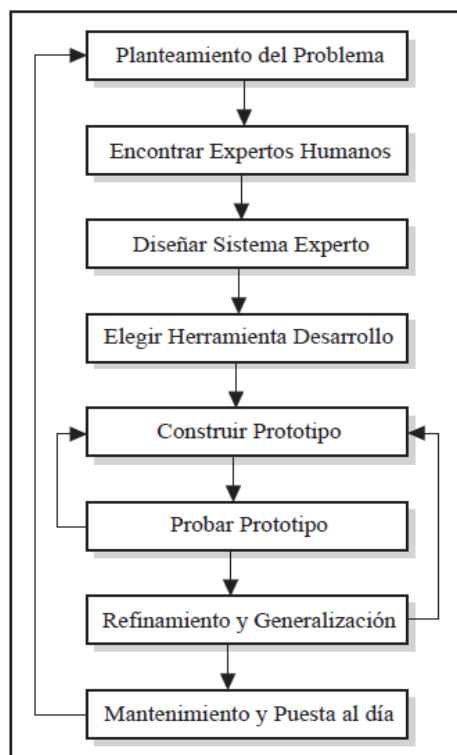


Figura 8. Etapas en el desarrollo de un sistema experto

Es muy importante seguir las distintas etapas para desarrollar un SE, de lo contrario se corre el riesgo que el SE no sea preciso ni confiable.

Para entender el proceso, a continuación se explican cada una de las etapas en el desarrollo de un SE.

2.10.1 Planteamiento del problema.

La primera etapa en cualquier proyecto es normalmente la definición del problema a resolver. Puesto que el objetivo principal de un SE es responder a preguntas y

resolver problemas, esta etapa es quizás la más importante en el desarrollo de un SE. Si el sistema está mal definido, se espera que el sistema suministre respuestas erróneas.

2.10.2 Encontrar expertos humanos que puedan resolver el problema.

Es aquí donde el desarrollador debe aprender cómo el experto humano ejecuta la tarea a resolver, como su nombre lo dice debe ser un experto en el tema.

Además, se debe saber que en algunos casos la base de datos puede jugar el papel del experto humano.

2.10.3 Diseño de un sistema experto.

Esta etapa incluye el diseño de estructuras para almacenar el conocimiento, el motor de inferencia, el subsistema de explicación, la interface de usuario, etc.

Durante esta etapa se debe representar adecuadamente el conocimiento, todo para que la información este mejor estructurada, clave en un SE ya que ésta podría ser la solución a la rapidez de un sistema.

2.10.4 Elección de la herramienta de desarrollo, concha, o lenguaje de programación.

Debe decidirse si realizar un sistema experto a medida, o utilizar una concha, una herramienta, o un lenguaje de programación. Si existiera una concha satisfaciendo todos los requerimientos del diseño, ésta debería ser la elección, no sólo por razones de tipo financiero sino también por razones de fiabilidad. Las conchas y herramientas comerciales están sujetas a controles de calidad, a los que otros programas no lo están.

2.10.5 Desarrollo y prueba de un prototipo.

Aquí se realizan pruebas suficientes para comprobar la fiabilidad del sistema, si el prototipo no pasa las pruebas requeridas, las etapas anteriores (con las modificaciones apropiadas) deben ser repetidas hasta que se obtenga un prototipo satisfactorio.

2.10.6 Refinamiento y generalización.

Como su nombre lo dice; se debe tener en cuenta que el sistema se encuentre de forma correcta. En esta etapa se corrigen los fallos y se incluyen nuevas posibilidades no incorporadas en el diseño inicial.

2.10.7 Mantenimiento y puesta al día.

En esta etapa, el usuario plantea problemas o defectos del prototipo, corrige errores, actualiza el producto con nuevos avances, etc. y se pone en ambientes de explotación listo para ser usado.

Todas estas etapas influyen en la calidad del sistema experto resultante, que siempre debe ser evaluado en función de las aportaciones de los usuarios.

Capítulo 3

3. SISTEMAS BASADOS EN REGLAS

En nuestra vida diaria encontramos muchas situaciones complejas gobernadas por reglas deterministas: sistemas de control de tráfico, sistemas de seguridad, transacciones bancarias, etc. Los sistemas basados en reglas son una herramienta eficiente para tratar estos problemas. Las reglas deterministas constituyen la más sencilla de las metodologías utilizadas en SE. La base de conocimiento contiene el conjunto de reglas que definen el problema, y el motor de inferencia saca las conclusiones aplicando la lógica clásica a estas reglas [1].

En este capítulo, se presentan los conceptos básicos que forman parte de los SE basados en reglas. Se describe la base de conocimiento de los SE basados en reglas y se da una definición y ejemplos de reglas, que constituyen el corazón de la base de conocimiento.

Seguidamente, se discute cómo opera el motor de inferencia, cómo trabaja el subsistema de control de la coherencia, y cómo se explican las conclusiones sacadas por el motor de inferencia. Se mostrará un ejemplo de aplicación y finalmente, se muestran algunas de las limitaciones de los SE basados en reglas.

3.1 Reglas.

Definición: Una regla es una afirmación lógica que relaciona dos o más objetos e incluye dos partes, la premisa y la conclusión. Cada una de estas partes consiste en una expresión lógica con una o más afirmaciones objeto-valor conectadas mediante los operadores lógicos *y*, *o*, ó *no*.

Una regla se escribe normalmente como “*Si* premisa, *entonces* conclusión”. En general, ambas, la premisa y la conclusión de una regla, pueden contener afirmaciones múltiples objeto-valor. Una expresión lógica que contiene sólo una afirmación objeto-valor se denomina expresión lógica simple; en caso contrario, la expresión se dice expresión lógica compuesta.

Algunos sistemas imponen ciertas restricciones a las reglas. Por ejemplo:

- No permitir en la premisa el operador lógico *o*.
- Limitar las conclusiones a expresiones lógicas simples.

Hay buenas razones para imponer estas restricciones. En primer lugar, las reglas que satisfacen estas restricciones son fáciles de tratar a la hora de escribir un programa de ordenador. En segundo lugar, las dos restricciones anteriores no dan lugar a una pérdida de generalidad, puesto que reglas mucho más generales pueden ser reemplazadas por conjuntos de reglas de esta forma. A esto se le llama sustitución de reglas.

Por tanto, el conjunto de reglas especificado inicialmente por el experto humano puede requerir una sustitución posterior por un conjunto de reglas equivalente para satisfacer estas restricciones.

En la Tabla 4 se dan ejemplos de sustitución de reglas. Nótese que cada regla de la primera columna puede ser sustituida por el correspondiente conjunto de reglas de la segunda columna y que todas las reglas de ésta satisfacen las condiciones anteriores. Por ejemplo, la primera regla compuesta de la Tabla 4:

- Regla 1: Si A ó B, entonces C, puede ser reemplazada por las dos reglas simples de la derecha:

Regla	Reglas Equivalentes
Si A o B, entonces C	Si A, entonces C Si B, entonces C
Si \overline{A} o \overline{B} , entonces C	Si \overline{A} y \overline{B} , entonces C
Si \overline{A} o B, entonces C	Si \overline{A} , entonces C Si B, entonces C
Si (A o B) y C, entonces D	Si A y C, entonces D Si B y C, entonces D
Si $\overline{(A \text{ o } B)}$ y C, entonces D	Si \overline{A} y \overline{B} y C, entonces D
Si \overline{A} y B y C, entonces D	Si \overline{A} o C, entonces D Si \overline{B} o C, entonces D
Si A, entonces B y C	Si A, entonces B Si A, entonces C
Si A, entonces B o C	Si A y B, entonces C Si A o C, entonces B
Si A, entonces \overline{B} y C	Si A y B, entonces \overline{C} Si A y C, entonces \overline{B}
Si A, entonces \overline{B} o C	Si A, entonces \overline{B} Si A, entonces C

Tabla 4. Ejemplos de sustitución de reglas: Las reglas en la primera columna son equivalentes a las reglas de la segunda columna.

Nótese que en los seis primeros ejemplos las sustituciones se aplican a la premisa y en los cuatro últimos, a la conclusión.

3.2 Ejemplo de la Base de Conocimiento en el Sistema

En los sistemas basados en reglas intervienen dos elementos importantes: la base de conocimiento y los datos. Los datos están formados por la evidencia o los hechos conocidos en una situación particular. Este elemento es dinámico, es decir, puede cambiar de una aplicación a otra. Por esta razón, no es de naturaleza permanente y se almacena en la memoria de trabajo.

En situaciones deterministas, las relaciones entre un conjunto de objetos pueden ser representadas mediante un conjunto de reglas. El conocimiento se almacena en la base de conocimiento y consiste en un conjunto de objetos y un conjunto de reglas que gobiernan las relaciones entre esos objetos.

La información almacenada en la base de conocimiento es de naturaleza permanente y estática, es decir, no cambia de una aplicación a otra, a menos que se incorporen al SE elementos de aprendizaje. Para dar una idea intuitiva de lo que es una regla, supóngase que se tiene un conjunto de objetos y, por simplicidad, que cada objeto puede tener uno y sólo uno de un conjunto de posibles valores. Ejemplos de objetos con sus posibles valores se dan en la Tabla 5.

OBJETO	CONJUNTO DE VALORES POSIBLES
Sexo	{ hombre, mujer }
Edad	{ 0-35, 0-39, 36-69, 40-49, +50, +70 }

Tabla 5. Un ejemplo de objetos con sus posibles valores.

Seguidamente se dan unos pocos ejemplos de reglas:

Regla 1: Si sexo = hombre, entonces rango de edad es {0-39, 40-49, +50}.

Regla 2: Si edad = 0-39, entonces se aplica encuesta de cáncer pulmonar.

Cada una de las reglas anteriores relaciona uno o más objetos y está formada por las partes siguientes:

- La premisa de la regla, que es la expresión lógica entre las palabras clave *si* y *entonces*. La premisa puede contener una o más afirmaciones objeto-valor conectadas con operadores lógicos *y*, *o*, ó *no*.
- La conclusión de la regla, que es la expresión lógica tras la palabra clave *entonces*.

3.3 Encadenamiento hacia delante o encadenamiento progresivo

Se pueden representar las reglas simplemente por medio de *if* donde se cumple una condición, y el bloque de código correspondiente modifica los valores contenidos en la memoria de trabajo o lleva a cabo un procedimiento. El proceso por medio del cual el SE reconoce qué regla aplicar se llama inferencia. Hay dos metodologías principales para la inferencia: el encadenamiento progresivo y el encadenamiento regresivo.

El encadenamiento hacia delante permite corregir un problema denominado conflictos de reglas, este se genera cuando dos o más reglas se cumplen, ya que solamente se puede disparar una regla, entonces, ¿cuál seleccionar? El encadenamiento hacia delante tiene tres etapas, en la primera se recorren las reglas y se ve cuáles cumplen con los valores, es decir, pueden ser disparadas, pero no se disparan en este momento, sólo se crea una lista con las que se han cumplido.

En la segunda etapa se decide cuál de las reglas es la que se tiene que disparar, se debe idear una metodología para hacerlo. Si las reglas se encuentran ordenadas de alguna manera en particular, podemos disparar la primera regla que se aplique.

La tercera etapa consiste en disparar la regla, ejecutar el procedimiento que tiene ligado a la regla o cambiar los valores correspondientes de la memoria de trabajo. A veces aquí termina, sin embargo, también existe la posibilidad de que se deba repetir esto en un ciclo hasta que ya no se puedan disparar más reglas. Entonces, se encuentra en la memoria de trabajo todo lo que pueda inferir el SE.

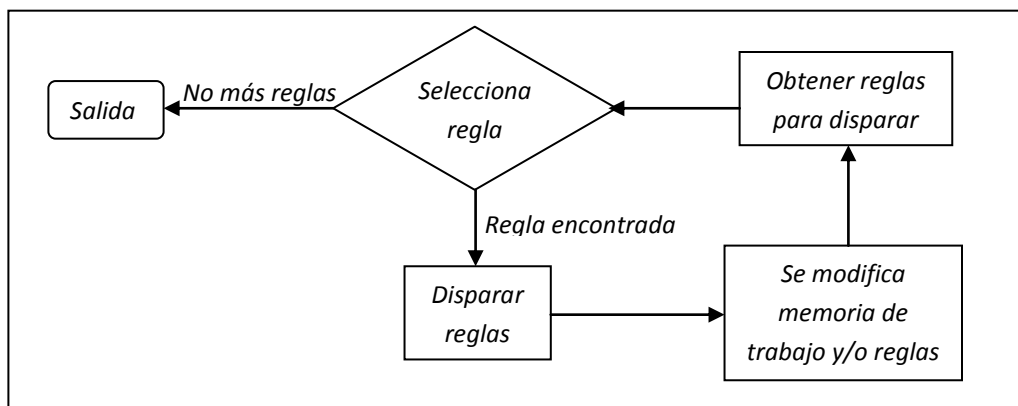


Figura 9. Encadenamiento progresivo o hacia delante.

Los sistemas basados en reglas permiten modelar gran cantidad de conocimiento útil que se suele expresar en reglas sencillas del tipo SI... ENTONCES. Se debe a que utilizan el razonamiento deductivo para llegar a obtener conclusiones lógicas.

Los sistemas basados en reglas pueden interpretar estas reglas de dos formas. La primera consiste en aplicar las reglas de la forma condición-acción en un control con encadenamiento hacia delante como se muestra en la Figura 9. La segunda considera las reglas como conjuntos de implicaciones lógicas, de las cuales se obtienen las deducciones en un control de encadenamiento hacia atrás como se puede ver en la figura 10. En los dos casos, se requieren de técnicas de equiparación entre el estado actual de la base de hechos y las condiciones de las reglas para determinar, entre todas las reglas, cuáles de ellas se pueden aplicar en un ciclo de la inferencia.

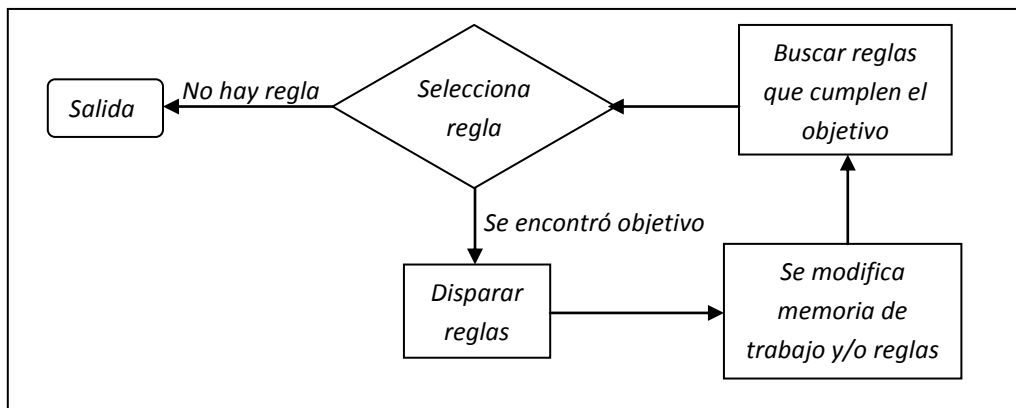


Figura 10. Encadenamiento hacia atrás

En la figura 7 podemos observar el mecanismo de trabajo del encadenamiento regresivo. En este caso, conocemos el objetivo y se deben seleccionar las reglas que, al dispararse, lleven a él.

3.4 Lógica de primer orden

La lógica proposicional clásica formaliza la parte más elemental de nuestro lenguaje natural. Concretamente:

- Sólo considera las frases declarativas, llamadas proposiciones o enunciados, a las que es posible considerar o bien verdaderas o bien falsas y con ningún otro valor de verdad (es decir, es bivaluada y trabaja con el Principio del tercero excluido: $A \vee \neg A$ siempre es verdadera). Este valor de verdad queda completamente determinado por el valor de verdad o

falsedad de los enunciados simples que la componen y por las partículas *no, o, y, si . . . entonces, si y solo si*, utilizadas como elementos de enlace (es decir, es veritativo-funcional).

- La asignación de valores de verdad o falsedad a los enunciados se realiza sin recurrir a consideraciones de contexto alguno y sin considerar la estructura interna de los enunciados simples (es decir, trabaja al nivel más sencillo de análisis: el sujeto y el predicado que componen internamente un enunciado simple son irrelevantes, como entidades aisladas, para la lógica proposicional).

Así, si consideramos el razonamiento:

Todo estudiante es inquieto.

Luis es un estudiante.

Por lo tanto, Luis es inquieto.

Intuitivamente, no dudamos en afirmar que es un razonamiento correcto, ya que responde a la forma “Todo A es B” y “C es un A”. Por lo tanto “C es un B”. Sin embargo, puesto que la lógica proposicional no contempla estructura alguna en los enunciados declarativos simples, su lenguaje únicamente permite representar las expresiones “Todo estudiante es inquieto”, “Luis es un estudiante” y “Luis es inquieto”, por símbolos proposicionales *p*, *q* y *r* respectivamente. Por lo tanto, este razonamiento no es analizado como válido en la lógica proposicional. En efecto, en el marco de dicha lógica su formalización viene dada por

$$\frac{p}{\frac{q}{r}}$$

que no es un razonamiento válido en la lógica proposicional clásica.

Del mismo modo, la lógica clásica proposicional no basta para analizar la corrección de programas respecto a una especificación formal. Por ejemplo, la corrección de un programa que calcula el mayor elemento de una lista de números enteros, requiere manejar expresiones del tipo $x < y$. Esta expresión “predica” una determinada relación entre *x* e *y*, y su verdad o falsedad depende de los valores de *x* y de *y*.

La insuficiencia de la lógica clásica proposicional, es decir, su escasa potencia expresiva, requiere el desarrollo de una lógica más amplia que permita considerar válidos los razonamientos del tipo anterior. Necesitamos una lógica que permita captar más detalles del lenguaje natural, que no solo contemple las conexiones

“externas” entre los enunciados simples, sino que extienda a la lógica clásica proposicional en dos direcciones:

Considere en los enunciados atómicos una determinada estructura interna, la estructura predicativa, que permita diferenciar “qué se predica” (ser estudiante, ser inquieto. . .), de “qué” o “quién” se predica, y permita expresar que, dado un universo del discurso, una cierta propiedad la satisface un ente concreto, o bien todos los entes, o la satisface algún ente o no la satisface ningún ente de dicho universo.

El marco mínimo para dicho propósito lo proporciona la lógica conocida como Lógica de Predicados de Primer Orden o simplemente como la Lógica de Primer Orden, a la que denotaremos por L1.

Wilfred Hodges [10] hace la siguiente reflexión:

. . . la lógica de primer orden es hija de varios padres; al menos tres grupos diferentes de pensadores han tenido que ver en su concepción.

Quizás esta mezcla es la causa de su fuerza. Sin embargo, sea cual sea la razón, la lógica de primer orden es la lógica moderna más simple, más potente y más aplicable. . .

La lógica clásica de primer orden juega en la actualidad un papel destacado en las Ciencias de la Computación por sus aplicaciones en especificación y verificación de programas, en la representación del conocimiento en las bases de datos, en Inteligencia Artificial, etc.

3.4.1 Alfabeto

El alfabeto de un lenguaje de primer orden consta de los siguientes símbolos:

1. Los símbolos de conectivos de la lógica clásica proposicional $\neg, \rightarrow, \wedge, \vee$ y \leftrightarrow .
2. Los símbolos lógicos \top y \perp .
3. Los símbolos de cuantificación \forall (universal) y \exists (existencial).
4. Los símbolos de puntuación “(” y “)”.
5. Un conjunto infinito numerable, $V = \{x, y, z, v, \dots, x_1, y_1, z_1, v_1, \dots, x_n, y_n, z_n, v_n, \dots\}$, de símbolos de variables.
6. Un conjunto numerable (posiblemente vacío), C , de símbolos de constante.
7. Un conjunto numerable (posiblemente vacío), F , de símbolos de función y una función $\text{arf} : F \rightarrow \mathbb{N}$ que asigna a cada símbolo de función un elemento de \mathbb{N}^* llamado su aridad (que representa el número de argumentos).
8. Un conjunto numerable y no vacío, P , de símbolos de predicado y una función $\text{arp} : P \rightarrow \mathbb{N}$ que asigna a cada símbolo de predicado un elemento de \mathbb{N}^* llamado su aridad (que representa el número de argumentos).

Los símbolos referidos en los puntos 1, 2, 3, 4 y 5 son comunes a todos los lenguajes de primer orden. Por su parte, la elección de los conjuntos C , F y P proporciona un lenguaje específico de primer orden y viene determinada por la aplicación que se pretende. Supondremos que los conjuntos V , C , F y P son disjuntos dos a dos.

Los símbolos de predicado de aridad 1, se denominan propiedades y los símbolos de predicado de aridad mayor que 1 se denominan relaciones.

Consideraremos que la aridad, tanto de los símbolos de predicados como de los símbolos de función, es mayor o igual que 1. Podemos hablar así de:

- Predicados monádicos o monarios o de aridad 1 (como “ser ave”, “ser cuadrado”, “ser par”, “ser actriz”).
- Predicados poliádicos o de aridad mayor a 1 (como “ser tío de” (binario); “estar sentado entre . . . y . . . ” (ternario); “ser dueño de . . . , . . . y . . . ” (de aridad 4), etc).

Habitualmente, usaremos como símbolos:

- Las primeras letras del alfabeto a, b, c, \dots (posiblemente subíndizadas) para representar los símbolos de constantes.

- Las últimas letras del alfabeto x, y, z, . . . (posiblemente subindizadas) para representar los símbolos de variables.
- Las letras f, g, h, . . . (posiblemente subindizadas) para representar los símbolos de función.
- Las letras P, Q, R, . . . (posiblemente subindizadas) para representar los símbolos de predicado.

Usando la terminología de los lenguajes de programación, podemos pensar en:

- Los conectivos, como conjunto de instrucciones.
- Los cuantificadores, como llamadas a procedimientos.
- Los símbolos de constantes, como constantes.
- Los símbolos de variables, como parámetros formales.
- Los términos en los que intervienen símbolos de función, como estructuras de datos.
- Los símbolos de predicados, como procedimientos.

3.4.2 Reglas de Inferencia

La lógica de predicados de primer orden se ocupa de métodos de argumentación válidos y sólidos. Éstos se denominan reglas de inferencia. Si se da un conjunto de axiomas que son aceptados como verdaderos, las reglas de inferencia garantizan que sólo serán derivadas consecuencias verdaderas.

Inferir es concluir o decidir a partir de algo conocido: llegar a una conclusión. A su vez, razonar es pensar coherente y lógicamente, establecer inferencias a partir de hechos conocidos.

El proceso de razonamiento, involucra la realización de inferencias a partir de hechos conocidos. Realizar inferencias significa derivar nuevos hechos a partir de un conjunto de hechos conocidos como verdaderos. Las reglas de inferencia de la lógica de predicados de primer orden se componen de las reglas de inferencia de la lógica proposicional, además se incluyen otras para manejar las oraciones de la lógica de predicados de primer orden cuando se tienen cuantificadores. [11]

En la eliminación universal se tiene que para toda oración α , variable v y término de base g :

$$\frac{\forall v \alpha}{\text{SUST}(\{v/g\}, \alpha)}$$

Por ejemplo en $\forall x \text{Legusta}(x, \text{ElHelado})$, se puede utilizar la sustitución $\{x/\text{Ben}\}$ e inferir que $\text{Legusta}(\text{Ben}, \text{ElHelado})$.

Término de base es aquel en el que no hay variables, es decir, un símbolo constante o un símbolo de función aplicado a algunos términos base.

En la eliminación existencial se tiene que para toda oración α , variable v y símbolo constante k que no aparezca en ninguna parte de la base de conocimientos.

$$\frac{\exists v \alpha}{\text{SUST}(\{v/k\}, \alpha)}$$

Por ejemplo, en $\exists x \text{Mata}(x, \text{Victima})$ se puede inferir que $\text{Mata}(\text{Asesino}, \text{Victima})$ en tanto Asesino no aparezca en ninguna parte de la base de conocimientos .

Por otra parte, en la introducción existencial se tiene que para toda oración α , variable v que no esté en α y término de base g que no esté presente en α :

$$\frac{\alpha}{\exists v \text{SUST}(\{g/v\}, \alpha)}$$

Por ejemplo en $\text{LeGusta}(\text{Miguel}, \text{ElHelado})$ podemos inferir que $\exists x \text{LeGusta}(x, \text{ElHelado})$.

Es muy importante tener en cuenta que la constante empleada para sustituir la variable en las reglas de eliminación existencial sea una variable nueva. De no cumplirse con este requisito es fácil que se de lugar a consecuencias ilógicas [11].

La lógica de predicados de primer orden proporciona un grupo de reglas sólidas con las cuales se pueden realizar inferencias. Algunas de las principales reglas de inferencia son:

$$\frac{\alpha \rightarrow \beta, \alpha}{\beta}$$

Modus ponens:

$$\text{Y-Eliminación: } \frac{\alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \dots \wedge \alpha_n}{\alpha_i}$$

$$\text{Y-Introducción: } \frac{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n}{\alpha_1 \wedge \alpha_2 \wedge \dots \wedge \alpha_n}$$

$$\text{O-Introducción: } \frac{\alpha_1}{\alpha_1 \vee \alpha_2 \vee \dots \vee \alpha_n}$$

$$\text{Resolución: } \frac{\alpha \vee \beta, \neg \beta \vee \gamma}{\alpha \vee \gamma}$$

3.4.3 Unificación

Cuando se tienen oraciones compuestas por predicados y conectivos lógicos, se debe evaluar la veracidad de cada uno de sus componentes para determinar si toda la oración es verdadera o falsa. Para ello, se busca en el conjunto de axiomas la forma de establecer la veracidad de los predicados componentes. Un predicado componente se dice que es verdadero si se identifica con un axioma de la base de información. En la lógica de predicados, este proceso es algo complicado ya que las oraciones pueden tener términos variables. A los predicados que tienen variables por argumentos, se los denomina patrones. [12]

La unificación consiste en convertir dos oraciones p y q en una sustitución mediante la que p y q resulten idénticas.

$$\text{Unificar}(p,q) = \theta \text{ donde } \text{SUST}(\theta,p) = \text{SUST}(\theta,q).$$

Se conoce a θ como el unificador de dos oraciones, se ilustra el concepto de unificación a continuación:

$$\text{Conoce}(\text{Miguel},x) \rightarrow \text{Quiere}(\text{Miguel},x).$$

Supongamos que contamos con los siguientes hechos en una base de conocimientos:

Conoce(Miguel, Evelia)

Conoce(y, Lourdes)

Conoce(y, Madre(y))

Conoce(x, Leticia)

Conoce(Silvia, Miguel)

Conoce(x,y).

Al unificar el antecedente de la regla con cada uno de los hechos proporcionados obtendremos:

$$\text{Unificar}(\text{Conoce}(\text{Miguel}, x), \text{Conoce}(\text{Miguel}, \text{Evelia})) = \{x / \text{Evelia}\}$$

$$\text{Unificar}(\text{Conoce}(\text{Miguel}, x), \text{Conoce}(y, \text{Lourdes})) = \{x / \text{Lourdes}, y / \text{Miguel}\}$$

$$\text{Unificar}(\text{Conoce}(\text{Miguel}, x), \text{Conoce}(y, \text{Madre}(y))) = \\ \{y / \text{Miguel}, x / \text{Madre}(\text{Miguel})\}$$

$$\text{Unificar}(\text{Conoce}(\text{Miguel}, x), \text{Conoce}(x, \text{Leticia})) = \text{Falla}$$

$$\text{Unificar}(\text{Conoce}(\text{Miguel}, x), \text{Conoce}(\text{Silvia}, \text{Miguel})) = \text{Falla}$$

$$\text{Unificar}(\text{Conoce}(\text{Miguel}, x), \text{Conoce}(x, y)) = \text{Falla}$$

así pues, la oración:

$$\text{Unificar}(\text{Conoce}(\text{Miguel}, x), \text{Conoce}(x, \text{Leticia})) = \text{Falla}$$

Falla porque x no puede asumir el valor de Miguel y de Leticia al mismo tiempo.

Aún así, de manera intuitiva se sabe que Miguel quiere a todos los que conoce, por lo tanto se puede inferir que Miguel quiere a Leticia. Lo cierto es que para la base de conocimientos lo mismo da que se tenga:

Conoce(x, Leticia).

O se tenga

Conoce(y, Leticia).

Una forma de resolver este problema consiste en normalizar por separado las dos oraciones que se van a unificar, lo que significa renombrar las variables de una de ellas para evitar que haya repetición de nombres. Luego de normalizar por separado, se tendrá:

$$\text{Unificar}(\text{Conoce}(\text{Miguel}, x1), \text{Conoce}(x2, \text{Leticia})) = \{x, / \text{Leticia}, x2 / \text{Miguel}\}.$$

La unificación fue introducida por Robinson como el paso principal de la regla de inferencia llamada resolución [11].

3.4.4 Resolución

La manera de probar un teorema es mediante un procedimiento de prueba. Estos utilizan las manipulaciones conocidas como reglas de inferencia para producir nuevas expresiones a partir de las anteriores de forma tal que se garantiza que los modelos de las expresiones anteriores sean modelos de las nuevas.

El procedimiento de prueba más directo consiste en aplicar las reglas de inferencia a los axiomas y a los resultados de aplicar tales reglas hasta que aparezca el teorema deseado [12].

Capítulo 4

4. CÁNCER

El sistema experto que se desarrolló, tiene como objetivo, ser un coadyuvante al diagnóstico oportuno de cáncer. Por tanto, es importante conocer qué es el cáncer y por qué la trascendencia de desarrollar un sistema experto para la detección de este padecimiento que afecta a nivel mundial.

El cáncer a nivel general no es solo una enfermedad: es el nombre de una variedad de, por lo menos, cien enfermedades muy distintas entre sí y que se produce por el crecimiento anormal desordenado de las células del cuerpo. Esto es causado por alteraciones ocurridas cuando la clave cromosómica genética ha sido alterada, por lo que las células reciben mensajes erróneos. La célula cancerosa pierde el control de su propio desarrollo, de modo que se divide en más células a mayor velocidad que el resto de los tejidos a los que pertenece, sin cumplir las funciones para las que ha sido creada [13].

Este crecimiento anormal de las células puede llegar a formar masas de tejidos llamadas tumores. El cáncer se desarrolla en diferentes etapas, y probablemente intervienen diferentes factores para convertirlo en un tumor visible. Es importante saber diferenciar los tumores benignos, o no cancerosos, de los malignos o cancerosos. Las diferencias entre los tumores benignos y los malignos se pueden ver en la tabla 6.

Tumores benignos	Tumores malignos
Son de crecimiento lento	Algunos son de crecimiento lento, pero con frecuencia son de crecimiento muy rápido
Solo crecen hasta determinado tamaño	Creceden de manera progresiva e invasiva
No destruyen células normales	Destruyen células, tejidos y órganos
Creceden de manera ordenada	Creceden de manera desordenada
No se propagan a otros tejidos	Se propagan a los tejidos de otros órganos del cuerpo como metástasis
Normalmente no producen efectos secundarios graves	Normalmente producen efectos secundarios graves. Si no se controla su crecimiento ocasionan la muerte.

Tabla 6. Diferencias entre tumor benigno y maligno

Los tumores malignos se conocen por su capacidad de invadir y destruir tejidos y órganos tanto cercanos como los que están lejanos del tumor original. Las células del cáncer atacan el tejido sano y nunca dejan de multiplicarse. La muerte se produce cuando la propagación del cáncer daña los tejidos y los órganos vitales como el hígado, los pulmones o el cerebro, entre otros, de tal manera que estos órganos dejan de funcionar progresivamente.

El cáncer tiene un comportamiento distinto en cada persona, que depende del órgano afectado y de la etapa en que haya sido diagnosticado. Puede darse a cualquier edad, pero es más probable que afecte a personas de edad avanzada, por lo general a partir de los 55 años.

4.1 El cáncer en el mundo

En el siglo XX, las poblaciones de Latinoamérica comenzaron a migrar de las zonas rurales hacia las zonas urbanas para conformar aglomeraciones cada vez más grandes y complejas. Los estilos de vida tradicionales, muchos de los cuales se basaban en la agricultura, fueron remplazados lentamente por una cultura de relaciones comerciales y de libre mercado. Este hecho ha conducido a un mejoramiento en las condiciones de vida sólo para un grupo de la población mundial; no obstante, para otro gran porcentaje estos cambios han significado pobreza e inequidad.

Relacionados con los procesos de industrialización y urbanización se han producido cambios en los hábitos de vida. Es el caso de las mujeres que viven en zonas urbanas y que, al tener mayores oportunidades educativas, deciden posponer la edad para tener a su primer hijo. En las zonas en donde habitan conglomerados humanos hay una mayor probabilidad de contactos sexuales. Estos cambios de los patrones de salud sexual y reproductiva son elementos que pueden incrementar el riesgo de cáncer en la mujer. Por otra parte, en las grandes ciudades se modifican los hábitos de alimentación y se presenta una mayor oferta de productos como el tabaco y el alcohol, que se consideran, igualmente factores que aumentan el riesgo de desarrollo de cáncer.

Fue así como, en el siglo XX, el cáncer se convirtió en una nueva epidemia. Esta epidemia se mide en términos de su incidencia. En 1996 se presentaron 10,3 millones de casos y se calcula que en el año 2020 se presentarán 14,7 millones de casos. En la medida en que los países del Tercer Mundo han alterado sus patrones de vida se han visto enfrentados al reto del cáncer. Sin embargo, a diferencia de lo que sucede en los países desarrollados, la mayoría de los países pobres no cuentan con el dinero, el personal técnico ni la infraestructura para realizar una adecuada detección temprana del cáncer, y sí adolece de graves deficiencias para ofrecer un tratamiento adecuado a los casos nuevos de cáncer. La distribución del cáncer no es homogénea en el mundo. Algunos cánceres se juzgan propios de los países desarrollados como el de mama, colon y recto; otros

son propios del subdesarrollo, como el de cuello uterino y el gástrico. Los primeros se denominan así porque, comparativamente, su incidencia en el mundo es mucho más alta en los países desarrollados precisamente porque estos países iniciaron sus procesos de industrialización más temprano que los países pobres. Los cánceres denominados “del subdesarrollo” se llaman así porque las tasas de mortalidad que producen son mucho más altas en estos países, principalmente por fallas de diagnóstico y falta de tratamiento oportuno.

4.2 ¿Por qué se produce el cáncer?

En general, el cáncer no se origina por una sola causa, sino que en su generación operan múltiples factores, por eso se dice que el cáncer es una enfermedad multifactorial. De manera amplia, las causas del cáncer se clasifican en dos categorías: externas o internas. Las causas internas se conocen como una predisposición genética, lo que quiere decir que en ciertas familias se hereda un gen anormal que hace que sus miembros presenten una alta probabilidad de desarrollar cáncer. Esto ocurre en un pequeño porcentaje (5%- 10%) del total de casos. Cuando en una misma familia varios miembros presentan cáncer a una edad temprana (antes de los 50 años) se debe buscar una causa hereditaria. En la actualidad, se sabe que la mayoría de los cánceres son ocasionados por causas externas, es decir, por exposiciones a sustancias químicas o a agentes físicos o biológicos que afectan a los genes de las células, transformándolas en cancerosas. En la tabla 7 se pueden apreciar los diferentes factores de riesgo a los que se atribuye el cáncer.

Factores de riesgo	Porcentaje atribuido
Dieta	35
Consumo de cigarrillo	30
Infecciones	10
Rayos solares	3
Alcohol	3
Ocupación	4
Radiación	1
Contaminación	2
Medicamentos	1

Tabla 7. Factores de riesgo asociados al cáncer y porcentajes de atribución.

4.3 ¿Cómo se previene el cáncer?

El cáncer es, esencialmente, una enfermedad prevenible. Es una actividad que debe fundamentarse en modelos efectivos que pueden implementarse a través de programas nacionales. Estos programas deben incluir un nivel de acción en políticas públicas que permitan el cumplimiento de metas beneficiosas para la población general. Las políticas como elementos indispensables de la prevención del cáncer deben plantearse según una perspectiva multisectorial.

Los distintos modelos de prevención del cáncer han sido planteados por diferentes países e instituciones. En todos ellos se tienen en cuenta a los diferentes niveles de prevención: primario, secundario y terciario.

- a) Prevención primaria: es la que consiste en la promoción de la salud (estilos de vida saludables) y reducción de los factores de riesgo (no exposición a agentes físicos, químicos y biológicos). Este nivel de intervención permite reducir, básicamente, la incidencia del cáncer.
- b) Prevención secundaria: es aquella en la que se realiza la detección precoz o temprana del cáncer con el propósito de realizar el tratamiento oportuno. Este nivel de intervención permite, básicamente, reducir el número de muertes por cáncer y es muy importante, pues, en sus etapas iniciales, la mayoría de los cánceres son asintomáticos, es decir, no presentan signos ni síntomas. Este es el nivel de prevención en el cual este sistema experto tiene fundamento, pues el objetivo del mismo es la detección oportuna del cáncer.
- c) Prevención terciaria: hace referencia a todos los procedimientos que se realizan en los pacientes con cáncer con el fin de evitar las complicaciones clínicas y las recaídas. En este nivel de prevención se busca alcanzar una rehabilitación más rápida limitando la discapacidad.

4.4 ¿Cómo se diagnostica?

La detección temprana de la enfermedad es de vital importancia para el tratamiento y el éxito del control de esta patología, motivo por el cual es necesario que, antes de que aparezcan síntomas, se efectúe un chequeo médico anual y se realicen prácticas de autocuidado (práctica periódica de citología de cuello uterino, autoexamen de mama, piel y testículos).

Cuando se hace la entrevista con el paciente, el médico puede detectar síntomas que sugieren la posibilidad de un cáncer, sin embargo, por la cantidad de citas que tiene un médico, sobre todo del servicio médico público, el tiempo que dedican en realizarla es muy finito, por lo cual se limita de manera significativa la detección oportuna de algún paciente con cáncer. Es por ello, que el sistema experto es una

herramienta que puede minimizar de manera eficiente los tiempos de consulta y de esta manera aportar de manera significativa al diagnóstico oportuno de la enfermedad.

4.5 TIPOS DE CÁNCER A DETECTAR

A continuación se presentan los 3 tipos de cáncer a detectar: cervicouterino, mama y colon.

4.5.1 Cáncer Cervicouterino

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) [14] ha declarado que el cáncer cervicouterino es una enfermedad en la que se presentan cambios en las células que cubren las paredes del cuello uterino (extremo inferior de la matriz que comunica con la vagina). Estas células inicialmente normales, a la postre se convierten en precancerosas. Con frecuencia, en etapas iniciales del cáncer cervicouterino no se presentan síntomas, por lo que a menudo éste no es detectado hasta que se halla en fases avanzadas de la enfermedad. Asimismo, la OPS, hace mención de que el factor de riesgo más común del cáncer cervicouterino es la exposición a ciertas variedades del Virus del Papiloma Humano (HPV). Siendo ésta una Infección de Transmisión Sexual (ITS), en muchos casos asintomática, por lo que puede transcurrir mucho tiempo antes de que se detecte [14]. A menudo las mujeres se infectan con el Virus del Papiloma Humano en edades entre los 20 y 30 años, pero sólo una minoría desarrolla el cáncer, proceso que puede tomar hasta 20 años.

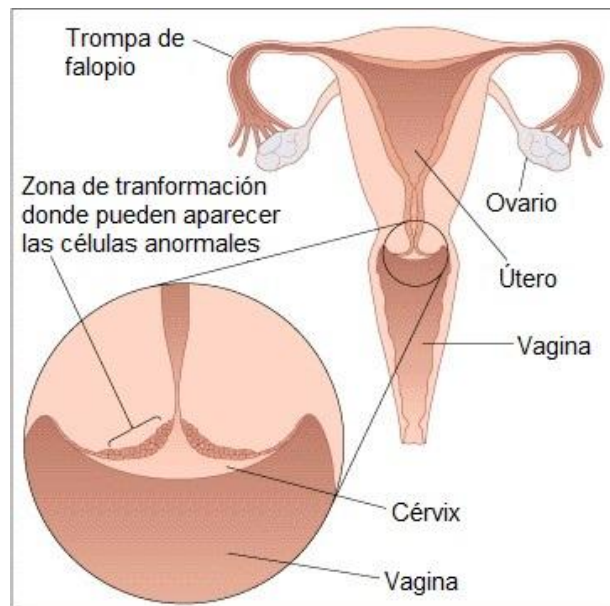


Figura 11. Anatomía del Cérvix

4.5.2 El cáncer cervicouterino, flagelo de la salud de la mujer

En el mundo es uno de los padecimientos más frecuentes, entre la población femenina. Se calcula que cada año se diagnostican 466,000 nuevos casos de cáncer cervicouterino y que mueren 231,000 mujeres. Asimismo, representa la segunda causa de muerte en la mayor parte de países desarrollados. [15]. Como puede apreciarse, miles de mujeres ven segadas sus vidas por este padecimiento; pero no sólo eso, las familias de estas personas resultan fraccionadas, además de que los hijos de estas mujeres fallecidas quedan sin la posibilidad de contar con el apoyo y el afecto materno en el curso de sus vidas.

4.5.3 Frecuencia del cáncer cervicouterino en México

Ya desde el año de 2007, de acuerdo con las estadísticas proporcionadas por el Instituto Nacional de las Mujeres [16] en nuestro país, el Cáncer Cervicouterino (CaCu) constituía la primera causa de muerte entre las mujeres en edad productiva. Aunado a esto, puede señalarse que las enfermedades oncológicas en México significan pérdidas millonarias para los diversos institutos y sistemas de salud que brindan atención médica, debido a que en el país no existe una verdadera cultura de prevención. La tasa estandarizada de mortalidad por CaCu para el año 2007, era de 9.6 muertes por cada 100 mil mujeres de 25 años y más. En los estados de Hidalgo (6.0), Zacatecas (6.2) y Nuevo León (7.1) se presentaban los menores índices de mortalidad, en tanto que Campeche (15.9), Chiapas (14.4) y Quintana Roo (13.2) mostraban las tasas más altas. En general, cada dos horas muere una mujer por cáncer de cuello de la matriz (cérvix). Esta neoplasia se presenta con mayor frecuencia en mujeres mayores de 45 años y después de la menopausia, por ello, puede decirse que es uno de los principales problemas de salud pública en México.

4.5.4 Factores de riesgo en el desarrollo del cáncer Cervicouterino

Los factores de riesgo del cáncer cervicouterino son tanto de condición biológica como de carácter psicosocial. Entre los principales factores de riesgo pueden considerarse:

- 1) El que las mujeres no se realicen la prueba de detección periódicamente
- 2) El inicio de las relaciones sexuales a una edad temprana.
- 3) El tener parejas sexuales múltiples.
- 4) Contraer el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) que debilita el sistema inmunológico de la mujer haciéndola más vulnerable a la infección por el Virus del Papiloma Humano (HPV).
- 5) Presentar una historia familiar de cáncer cervicouterino.
- 6) Encontrarse en (el grupo de) edades de entre 30 y 60 años.

- 7) Pertener a un nivel socio-económico bajo.
- 8) Tener el hábito de fumar.

4.5.5 Medidas que pueden tomarse para abatir el Cáncer Cervicouterino

La Organización Mundial de la Salud además de recomendar el uso de las medidas preventivas para disminuir la influencia de los factores de riesgo antes mencionados, ha exhortado a los profesionales de la salud a emprender campañas de educación sobre los riesgos de cáncer, así como a promover la modificación en los estilos de vida que lo favorecen. Muchos investigadores han señalado que una educación efectiva para la salud no puede lograrse exclusivamente a partir de la transmisión de la información, evadiendo el papel de los aspectos psicológicos inherentes a la comunicación y a la asimilación de mensajes, que son los que verdaderamente propician la formación de nuevas conductas y estilos de vida. Entre las medidas preventivas para el diagnóstico oportuno se cuenta con una herramienta que es la Prueba del Papanicolaou (PAP). Ésta debe realizarse a toda mujer con vida sexual activa; no obstante, parece no tener mucha aceptación entre las mujeres por causas diversas que van desde la ignorancia, hasta factores socioculturales y psicológicos.

Motivos por los cuales se dificulta el descenso y/o impacto de la mortalidad de esta enfermedad.

A pesar de todos los esfuerzos que se han venido desarrollando, aún no se ha logrado el impacto deseado en la reducción de la incidencia y mortalidad del cáncer cervicouterino, por lo que se ha hecho evidente la necesidad de reforzar las acciones hacia nuevos horizontes educativos con un enfoque psicosocial.

La prevención es la herramienta más importante en la lucha contra el cáncer y las cifras de la enfermedad deberían convertirse en un mensaje enfocado a las medidas precautorias y no al tratamiento y sus consecuencias. Desde un punto de vista integral, se puede decir que la salud de la mujer es un proceso dinámico, multicausal y multifactorial que tiene que ver con todos los procesos biológicos y psicológicos que afectan a su persona y a su condición social en las diferentes etapas de su vida.

4.5.6 Sugerencias para enfrentar este grave problema de salud entre la población de mujeres

Las políticas recomendadas por la OMS para controlar ésta enfermedad CaCu ha sido entre otras, establecer programas nacionales para su prevención y para la promoción de la salud sexual [17]. Entre las medidas preventivas, la OMS recomienda educar a la población sobre los riesgos de cáncer y promover modificaciones en los estilos de vida que lo propician. La educación es un factor social que condiciona a la mujer de bajo estatus socioeconómico a la ignorancia de sus derechos, a una oportunidad restringida de acceso a los servicios de salud y a la baja escolaridad, componentes que unidos determinan en gran medida sus problemas de salud.

La importancia de la educación en la preservación de la salud de la mujer, especialmente en lo que a la prevención del CaCu se refiere, ha sido documentada en trabajos como el de Urrutia y Cols [18]. Muchas otras investigaciones han abordado con enfoques diferentes el fenómeno en cuestión, a partir de los cuales se han diseñado diversos programas de prevención y control; no obstante, el fomento a la participación de las mujeres en el tamizaje no ha tenido resultados alentadores, ya que el índice de mortalidad ha venido aumentando año con año. Esta tendencia ascendente constituye un desafío para la sociedad, pero principalmente para el sector de la salud, en especial la de los médicos y otros profesionales de la salud, incluidos los psicólogos, ya que en esta realidad está presente un componente psicológico que es modificar los comportamientos y actitudes de las mujeres frente a su salud sexual. La psicología como disciplina puede realizar importantes contribuciones en la prevención del CaCu a través de aportaciones educacionales, científicas y profesionales. El conocimiento por sí solo no es suficiente para poder cambiar la conducta [19]. Los programas que principalmente se basan en brindar información sobre preceptos morales y sexuales (cómo funciona el sistema sexual del cuerpo, qué es lo que los jóvenes deben y no deben hacer) han fallado. En cambio, los programas cuyo enfoque principal es ayudar a los jóvenes a cambiar su conducta usando medidas protectoras de salud, realizando ejercicios de asertividad que refuercen sus habilidades sociales han mostrado señales de efectividad [20]. En la actualidad, los niños ya han adquirido la mayor parte de su educación sexual cuando llegan a la adolescencia. Gran parte de las actitudes sexuales del niño (a), o cuando menos el pilar de las mismas, ya se encuentra formado para cuando cumple la edad de 3 o 4 años [21] a través de los padres, que por lo general, enseñan los aspectos negativos del sexo a sus hijos: que el coito premarital es pecaminoso, que el embarazo antes del matrimonio constituye un desastre y que la masturbación y la infección venérea es un peligro siempre presente. Las conductas han sido resultado de la educación formal e informal que recibe el humano desde que nace hasta que muere. Éstas pueden ser modificadas sólo a través de la educación y no únicamente con información, si realmente se desea modificar las estadísticas de morbilidad y mortalidad, no sólo respecto al CaCu, sino en general con respecto a la salud de la mujer. Debe hacerse hincapié en la

necesidad de empezar esa educación sexual desde el seno del hogar, desde que las mujeres y hombres son niñas y niños que requieren ser formados con una visión de que la salud sexual es parte de la salud integral, que nuestro cuerpo es importante, que es digno de cuidarse y protegerse.

4.5.7 Medidas preventivas para no contraer el cáncer cervicouterino

Entre otras se recomienda que [22]:

1. Se realicen por lo menos una vez al año la prueba de Papanicolaou.
2. Acudir periódicamente a su centro de salud más cercano, al hospital o médico particular para su revisión. Consultar dudas respecto de su salud sexual.
3. Evitar el excesivo consumo de alcohol y de tabaco, que son agentes que intervienen en su estilo de vida y propician las relaciones sexuales casuales que aumentan el riesgo de contagio del VPH.
4. Estimular su sistema inmunológico mediante el consumo de alimentos con antioxidantes como son las frutas y las verduras, la vitamina C, el ácido fólico y la fibra vegetal.
5. Disminuir el consumo de carnes rojas y productos cárnicos.
6. Evitar el estrés, hacer ejercicio por lo menos tres veces por semana y dormir ocho horas diarias.

A continuación se muestran los diagramas a seguir para el CaCu.

En el diagrama 1 se describe el tamizaje primario de cáncer cervicouterino. En este tamizaje se comienza con preguntas generales sobre el historial del paciente, y tiene la finalidad de descartar factores de riesgo que pudiesen conllevar al diagnóstico de éste tipo de cáncer.

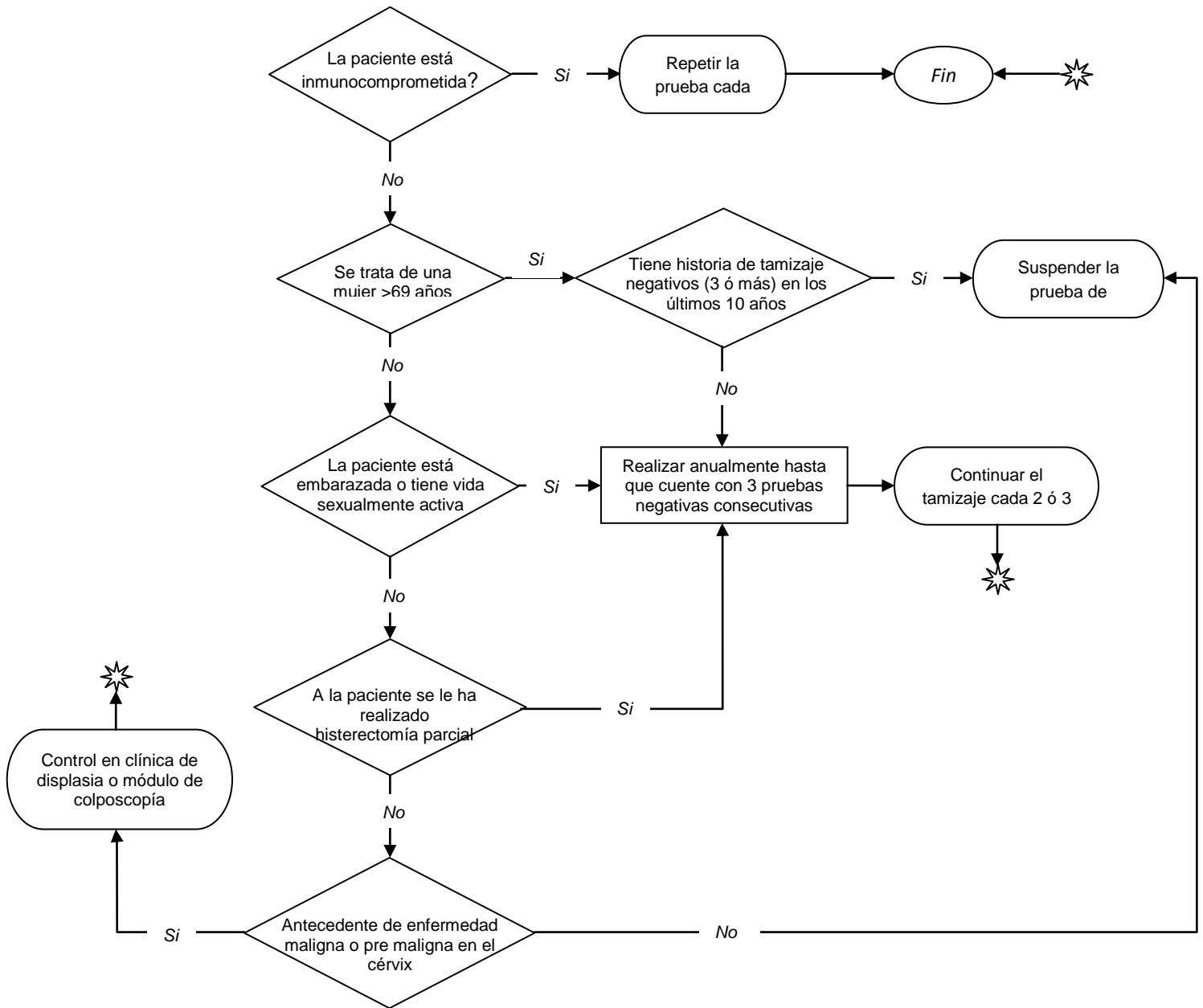


Diagrama 1. Frecuencia del tamizaje del CaCu.

4.5.8 Criterios de referencia

A continuación se mencionan los criterios de referencia para el cáncer cervicouterino, las siguientes son medidas que debe tomar en cuenta el médico:

- Todas las mujeres postmenopáusicas que presenten sangrado transvaginal para valoración ginecológica.
- Si durante la exploración ginecológica y durante la toma de la citología cervical se sospecha de cáncer.
- Deberán ser referidas de forma inmediata al especialista a las pacientes quienes en la exploración de cérvix se observen signos y haya síntomas de CaCu.
- Ante la sospecha o confirmación de CaCu asociado al embarazo, el envío debe ser inmediato al especialista.
- Para evaluación y seguimiento cuando la citología cervical reporte:
 - Células escamosas atípicas de significancia desconocida ASCUS.
 - Células escamosas atípicas en quien una lesión de alto grado no puede ser excluida ASC-H.
 - Células glandulares atípicas AGC.
 - Lesiones escamosas intraepiteliales de bajo grado LSIL.
 - Lesiones escamosas intraepiteliales de alto grado HSIL.
 - Algún tipo de célula cancerígena o de cualquier estirpe celular.
- Envío a complementación diagnóstica por biopsia en aquellas situaciones en donde exista duda acerca de si puede haber cáncer o cuando existen condilomas en forma masiva, atípica y/o neoplasia no curada, deberá sospecharse si la lesión tiene alguna de las siguientes características: pigmentación, sangrado, ulcera persistente, prurito.
- Si la citología muestra como resultado CaCu, lesiones intraepiteliales de alto grado (HSIL) o una adenocarcinoma in situ (AIS), como nuevo diagnóstico deberán ser vistas en la clínica de displasia o módulo de colposcopia en un tiempo no mayor de 3 semanas y para lesiones escamosas intraepiteliales de alto grado (LEIAG) y células glandulares atípicas (AGC) dentro de 6 semanas.

En el siguiente diagrama se representan las acciones que se toman según los resultados de la citología cervical, esto significa que previamente la paciente fue referida a algún laboratorio para la realización de este procedimiento clínico. Con esta información el médico podrá tener pruebas más fehacientes para el diagnóstico de cáncer cervicouterino.

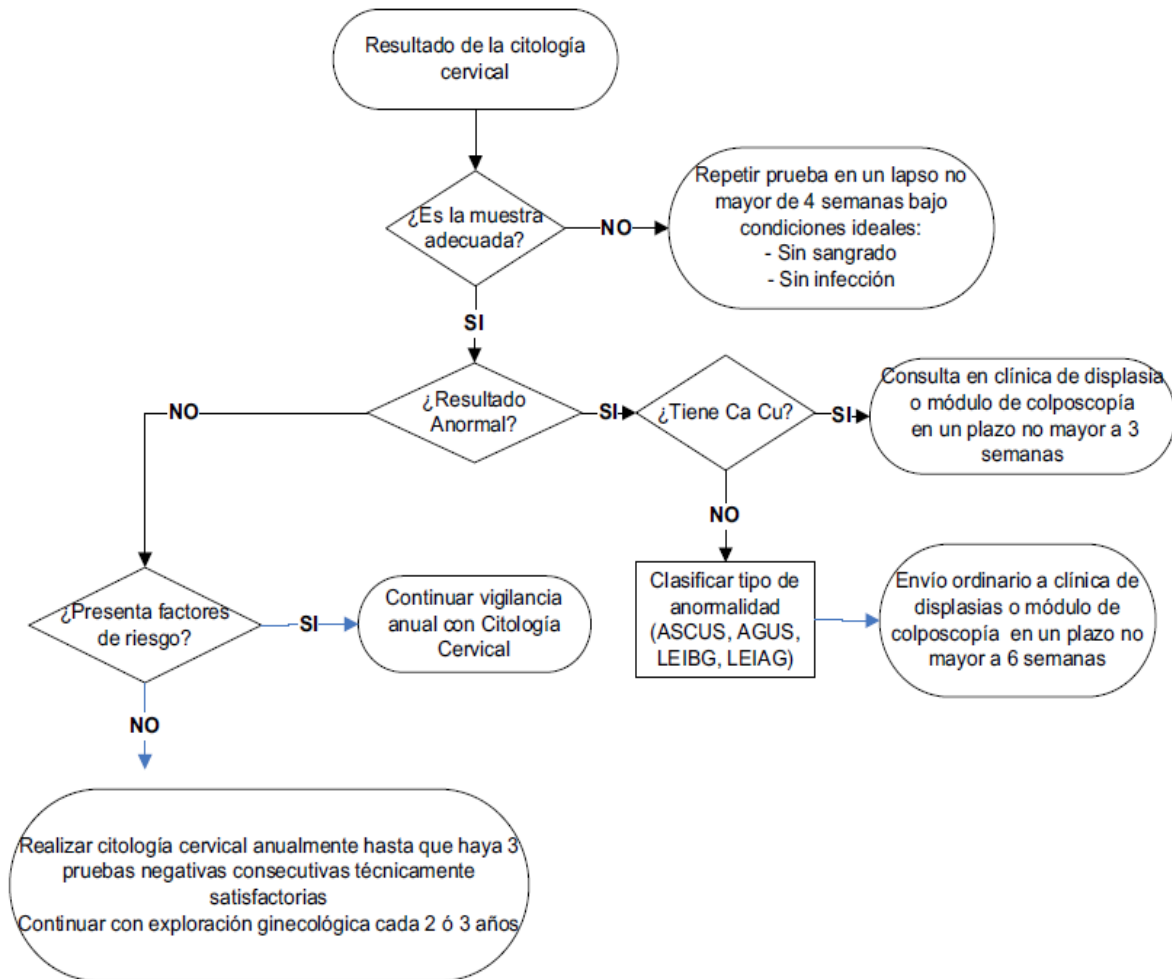


Diagrama 2. Resultado de la citología cervical

4.6 Cáncer de seno en el mundo

4.6.1 Introducción

En el mundo, uno de los cánceres más comunes en las mujeres es el de mama. Se ha estimado que una de cada 13 mujeres se ve afectada a lo largo de su vida por esta enfermedad; aproximadamente cada año se diagnostican un millón de casos y mueren por esta causa 372 mil mujeres [23].

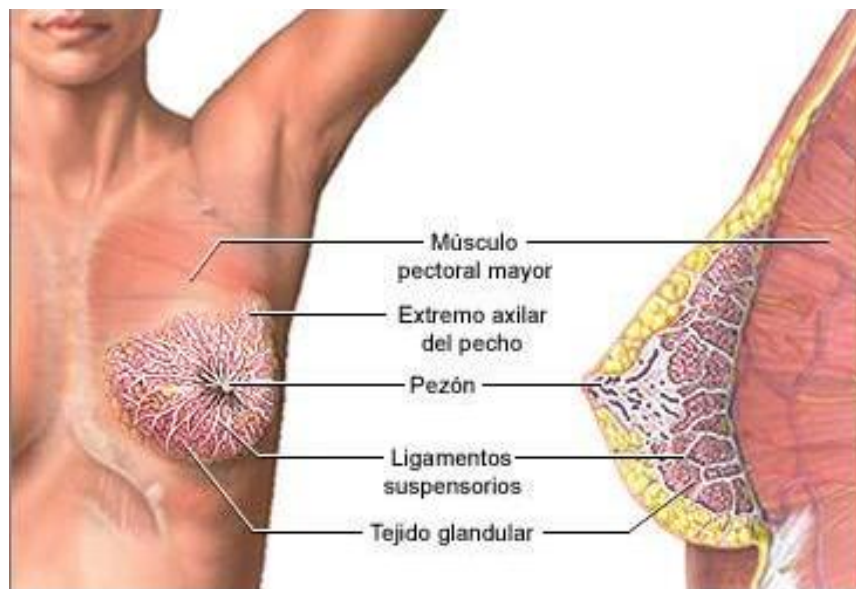


Figura 12. Anatomía de la mama

Al parecer, la incidencia del cáncer de mama varía de región a región: más alta en Estados Unidos, Canadá y Australia, con una tasa de incidencia estandarizada por edad mayor de 90 por cada 100 mil mujeres, en comparación con 48 por cada 100 mil en América del Sur y Europa, y menos de 20 por cada 100 mil en Asia del este [24]. De los 10 millones de muertes anuales en el mundo por cáncer, 10% corresponde al de mama, cifra que lo ubica como primer motivo principal de fallecimiento en las mujeres [25].

4.6.2 Cáncer de seno en México

En México, durante las últimas décadas la morbilidad por cáncer de mama en las mujeres se ha incrementado notablemente: ocupa el segundo lugar (17%), después del cáncer cervicouterino (36%) [26]. De acuerdo con el Registro

Histopatológico de Neoplasias Malignas, para el periodo de 1993 a 1999 se reportó una cifra acumulada de 57 509 casos nuevos de cáncer mamario, 19 375 durante los últimos dos años. La tasa de mortalidad por cáncer de mama ha mostrado aumento constante: de 6.4 por 100 mil mujeres de 15 años y más para 1979; 13.16 por 100 mil mujeres de 25 años y más para 1990; y 17.7 por 100 mil para el año 2002 [27,28].

El grupo de edad con mayor número de defunciones fue el de 45 a 54 años; sin embargo, el de 35 a 44 años fue muy parecido. Además, las mayores tasas de mortalidad se presentaron en Baja California Sur (19.5 por 100 mil mujeres), Coahuila, Chihuahua y Distrito Federal (tasa similar de 14.4 por 100 mil mujeres). Se ha estimado que de cada 100 ingresos hospitalarios femeninos, 33 se deben a tumores malignos de mama. En 2002, sólo en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) se registraron 13 800 ingresos hospitalarios por esta causa. La distribución de los casos nuevos por grupos revela que el comportamiento del cáncer mamario se ha modificado y que la edad de aparición de nuevos casos es más temprana, ya que desde los 35 años se aprecia aumento significativo: 45.5% del total de casos nuevos de cáncer ocurrió en mujeres menores de 50 años, con mediana de 51 años, igual que en Venezuela y Japón, una década antes en comparación con las mujeres europeas o blancas norteamericanas [26].

En las mujeres de 15 a 44 años, la morbilidad es de 11%, con 2757 casos, cifra que casi se duplica en el grupo de 45 a 64 años (4369 casos, 68%) volviendo a descender en las mujeres de 65 años o más (1839 casos, 71.7%).

En México, la magnitud del problema se puede explicar cuando se conoce, por un lado, que para el año 2020 el número de mujeres de 25 años o más (edad de riesgo para presentar cáncer de mama) alcanzará los 29.7 millones; y, por otro lado, que el porcentaje de mujeres en quienes se hace el diagnóstico oportuno no supera 10 % y la utilización de los servicios de detección oportuna de cáncer mamario no sobrepasa 55% [29].

4.6.3 Factores de riesgo

Hasta el momento no existe una causa específica para desarrollar cáncer de mama; sin embargo, se conocen varios factores de riesgo, involucrados y relacionados directa o indirectamente con las hormonas reproductivas, en particular con la exposición prolongada a los estrógenos y progesterona. Se ha comprobado que el riesgo para desarrollar cáncer de mama se incrementa con la edad a partir de la cuarta década de la vida. La probabilidad de desarrollar cáncer invasor en los siguientes 10 años es de 0.4% para las mujeres entre 30 y 39 años; 1.5% para las mujeres entre 40 y 49; 2.8% para mujeres entre 50 y 59; 3.6% para las mujeres entre 60 y 69.5 años.

Diversos estudios epidemiológicos han demostrado también asociación entre el cáncer de mama y la menarquía temprana (antes de los 12 años), nuliparidad o paridad a edades tardías (después de los 35 años), menopausia tardía, alta densidad del seno en la mastografía, terapias hormonales de remplazo, uso reciente de contraceptivos orales. Un meta análisis de 51 estudios epidemiológicos que involucra 52 705 mujeres con cáncer de mama y 108 411 mujeres sin la enfermedad, reveló que la terapia hormonal de remplazo por periodo prolongado es responsable del exceso de casos de cáncer de mama, más de lo esperado normalmente en las mujeres entre 50 y 70 años no usuarias de la terapia hormonal [30].

Otro meta análisis de 54 estudios epidemiológicos ha reportado incremento de 24% en el riesgo para desarrollar cáncer de mama en mujeres usuarias de anticonceptivos combinados, independientemente de la dosis, edad de inicio, duración del uso o antecedente familiar de la enfermedad. Este último es otro factor que aumenta significativamente el riesgo. Se ha estimado que el riesgo relativo para las mujeres con uno, dos, tres o más familiares con cáncer de mama es de 1.8, 2.9 y 3.9, respectivamente, en comparación con las mujeres sin esta condición.

El antecedente de abultamientos benignos en mama aumenta cinco veces el riesgo de desarrollar cáncer de mama en comparación con las mujeres sin cambios benignos en la mama.

Se ha encontrado también que la obesidad en la mujer posmenopáusica, estatura alta, exposición a las radiaciones, consumo excesivo de alcohol, tabaco y falta de ejercicio físico, son factores de riesgo para cáncer de mama [28].

Numerosos análisis epidemiológicos se han enfocado en los factores que poseen una actividad protectora contra el cáncer de mama. Se ha observado que la edad temprana en el primer embarazo, paridad alta, lactancia prolongada, dieta enriquecida con frutas, verduras y grasas polinsaturadas omega-3 y algunos agentes químicos (tamoxifeno, inhibidores de COX-2 y de aromatasa) protegen contra el cáncer mamario.

4.6.4 Métodos de diagnóstico oportuno

Varios estudios epidemiológicos y revisiones sistemáticas han mostrado que el diagnóstico temprano incrementa el tiempo de supervivencia y reduce la mortalidad por cáncer de mama.

El estudio SEER realizado en Estados Unidos informó 89% de supervivencia a cinco años para todos los tipos de cáncer de mama, en comparación con 79% en el estudio EURO CARE. La diferencia puede deberse al estadio en el cual la mujer

fue diagnosticada: 40% de los tumores en el estudio SEER se encontraba en etapa temprana (T1N0M0), a diferencia de 30% del grupo europeo [31].

Una reciente revisión sistemática realizada por Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) encontró que el riesgo relativo de padecer cáncer mamario para la mujer de cualquier edad incluida en forma aleatoria a un programa de tamizaje de cáncer de mama es de 0.84 (con intervalo de confianza de 95% = 0.77-0.91) en comparación con la no participante. Es decir, haber asistido a un programa de detección tuvo un efecto protector contra el cáncer de mama.

Para hacer un diagnóstico temprano se ha reconocido la importancia de que el médico y el personal de enfermería del primer nivel de atención realicen las actividades de prevención primaria y secundaria, así como la detección de factores de riesgo, examen clínico de mama, mastografía e información educativa a las mujeres, incluyendo la enseñanza de la autoexploración mamaria [32].

4.6.5 Autoexploración mamaria

La evidencia disponible indica que la autoexploración mamaria tiene una sensibilidad de 26 a 41% en comparación con el examen clínico y la mastografía [33].

Aun cuando recientes revisiones sistemáticas sobre esta técnica han mostrado posibles riesgos como aumento de la ansiedad en la mujer, en el número de las visitas médicas y en la proporción de biopsias con resultado negativo, los datos epidemiológicos indican que en México y en otros países en desarrollo la mayoría de los cánceres de mama son encontrados por la propia mujer. Tomando en cuenta esto y los beneficios de la detección temprana, se ha considerado la importancia de enseñar la técnica de autoexploración a las mujeres, informándoles las ventajas y desventajas. Diferentes estudios en Estados Unidos han encontrado que después de aplicar diferentes modelos de enseñanza, la proporción de mujeres capaces de identificar al menos un abultamiento varía de 25 a 88%.

Un estudio en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, concluyó que, dependiendo de la técnica de enseñanza, se logra que alrededor de 51 a 65% de las mujeres identifique al menos abultamientos de 0.5 a 1 cm en el seno.

4.6.6 Examen clínico de mama

Aún cuando no se dispone de ensayos clínicos que comparen la eficacia del examen clínico de mama (ECM) y realicen el contraste con mujeres sin tamiz de cáncer de mama, se ha considerado la importancia del ECM en las mujeres que no reciben mamografía regularmente y como método fundamental en la detección temprana de los cánceres “perdidos” por la mastografía.

Mediante el ECM, los médicos pueden identificar abultamientos desde los 3 mm, tamaño para el cual están clínicamente comprobados los beneficios de la detección respecto a la supervivencia.

Con la mamografía como estándar, para el ECM se ha estimado una sensibilidad de 40 a 69% y especificidad de 88 a 99%, con valor predictivo positivo de 4 a 50%.

Se ha comprobado que la educación médica en la realización del ECM aumenta la sensibilidad. Además, la técnica permite que médicos y enfermeras lleven a cabo las actividades de enseñanza en torno a la prevención y diagnóstico de la enfermedad.

A pesar de la importancia del ECM, su realización sigue siendo baja. Al respecto se han distinguido barreras psicológicas, culturales, sociales e institucionales: en los médicos, el sexo y la falta de conocimiento y tiempo, entre otras; por parte de las mujeres, pudor y vergüenza por mostrar el cuerpo y los senos, y falta de información. Un análisis en unidades médicas del IMSS y de la Secretaría de Salud de la ciudad de México, encontró que los profesionales de salud no ofrecen el examen por barreras socioculturales y psicológicas presentes en las mujeres, quienes no solicitan el examen a los médicos. Además, los médicos manifestaron temor hacia la interpretación de las usuarias, las posibles situaciones de queja y las fallas del sistema institucional: falta de enfermera, de lugar adecuado para la exploración y de tiempo. Por su parte, las mujeres expresaron mala atención, maltrato por el médico tratante y falta de confianza en éste y de información. Para superar estas barreras y mejorar la detección oportuna con el ECM, se recomienda la educación continua sobre el tema a los prestadores del servicio y a las mujeres [34].

4.6.7 Mastografía

Durante las últimas décadas se ha comprobado el beneficio de la detección oportuna de cáncer de mama a través de la mastografía y su utilidad en la disminución de la mortalidad por esta causa.

Con esta técnica puede detectarse un cáncer de mama de 2 mm, no identificable al tacto, por lo que se considera el estándar de oro en el tamiz de la enfermedad. Tabar y colaboradores compararon los resultados de las mujeres con detección a través de mastografía versus quienes sólo tenían examen clínico de mama. En el grupo con mastografía fueron diagnosticadas mujeres en fases tempranas, con menor probabilidad de tener nódulos linfáticos y, por lo tanto, con mejor pronóstico que las mujeres sólo con examen clínico o que habían presentado síntomas.

Un meta análisis de estudios clínicos ha concluido que la participación de las mujeres a un programa de tamizaje con mastografía reduce 24% la mortalidad por cáncer de mama.

Sin embargo, existe controversia al respecto en mujeres de 40 a 49 años de edad. Un estudio canadiense no encontró mayor beneficio en la reducción de la mortalidad cuando la mastografía se solicitó antes de los 50 años. Un argumento es que puede estar relacionado el estado premenopáusico de mujeres, la etapa del tumor al momento del diagnóstico, además de factores relativos al crecimiento de éste.

Por otro lado, algunas investigaciones han mostrado que los programas de detección con mastografía dirigidos a mujeres menores de 50 años tienen la posibilidad de reducir la mortalidad de 36 a 44 %.

El meta análisis realizado por United State Preventive Services Task Force concluyó que la mastografía aminora la mortalidad por cáncer de mama en las mujeres de 40 a 74 años, por lo que se recomienda solicitarla cada uno o dos años en las mujeres de 40 o más años, independientemente del examen clínico de mama.

Otro aspecto importante en relación con la decisión de incorporar la mastografía dentro de un programa de detección para mujeres menores de 50 años, es la evaluación de los beneficios y riesgos del procedimiento.

Uno de los riesgos, objeto de discusión y debate, es la inducción del cáncer como consecuencia de la exposición a la radiación.

Sin embargo, la balanza se ha inclinado hacia los beneficios respecto a la detección y diagnóstico temprano que llevan a mejorar el pronóstico.

Debido a que el riesgo para cáncer de mama es mayor para las mujeres de 70 años o más, se pensaría que los beneficios de la mastografía podrían ser importantes también en ellas. Sin embargo, la muerte puede ser causada por la comorbilidad generalmente presente en este grupo antes de observar los beneficios de la detección temprana. La revisión sistemática de Barratt ha comprobado que conforme aumenta la edad, el beneficio de la mastografía disminuye 40 a 72% en comparación con el grupo de 50 a 69 años, y se reduce la calidad de la vida.

A pesar de los altos estándares en relación con el procedimiento y valoración de los resultados de la mastografía, aproximadamente 10% de las mujeres entre 50 y 69 años y 25% de las mujeres entre 40 y 49 años que tienen cáncer de mama van a recibir un resultado negativo.

La sensibilidad de la mastografía para detección de cáncer de mama varía de acuerdo con la edad de las pacientes, densidad del tejido mamario, tamaño de la lesión, estado hormonal del tumor, calidad técnica de la mastografía y experiencia de los radiólogos para interpretarla.

Por lo regular, la sensibilidad de la mastografía es de 77 a 95%, con rango de 54 a 58% entre las mujeres menores de 40 años con mayor densidad del tejido mamario y de 81 a 94% entre mujeres mayores de 65 años.

En el estudio de Elmore, la tasa de mastografías falsas positivas fue mayor para las mujeres entre 40 y 59 años (7 a 8%) que entre las de 60 a 79 años (4 a 5%).

Se ha observado que la sensibilidad se incrementa con la lectura de dos expertos, y la especificidad cuando se dispone de una mamografía anterior y cuando los intervalos entre ellas son cortos. En una revisión sistemática, la mastografía detectó de 77 a 95 % de los cánceres diagnosticados en el siguiente año, pero sólo 56 a 86 % en el segundo año.

Los programas de detección con altas tasas de mamografías anormales también tienden a tener valor predictivo positivo bajo para biopsia, lo que sugiere que varias biopsias pudieron haber sido evitadas.

A pesar del aumento en la utilización de mamografía como método principal del tamiz de cáncer de mama en las mujeres de 40 a 49 años con dos o más factores de riesgo y en todas las mujeres de 50 años o más, todavía no se ha logrado la cobertura necesaria en el mundo.

Entre las barreras por parte del médico tratante se ha encontrado olvido, falta de tiempo y de conocimiento; por parte de la mujer, falta de recomendación médica, creencia de que la mastografía no se necesita cuando no hay síntomas, preocupación por la radiación, el dolor y el costo del estudio.

Estudios en Australia han mostrado que después de la recomendación del médico familiar, 68 a 91 % de las mujeres se realizan el examen.

Para mejorar la utilización de mastografía en México, diferentes organizaciones de salud, entre ellas la Secretaría de Salud, recomiendan estrategias de educación continua tanto a los prestadores de servicios como a las mujeres.

4.6.8 Programa de prevención y control de cáncer de mama en México

El 17 de septiembre de 2003 fue emitida la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA2-2002 para la prevención, diagnóstico, tratamiento, control y vigilancia epidemiológica del cáncer de mama, que establece las siguientes actividades (algoritmo):

1. Prevención primaria: información, orientación y educación a toda la población femenina sobre los factores de riesgo y la promoción de conductas favorables.

2. Prevención secundaria: autoexploración mamaria, ECM y mastografía.

a) Autoexploración de mama: el médico debe recomendar la realización mensual del procedimiento a partir de la menarquía, entre los días 7 y 10 de iniciado el sangrado en la mujer menstruante y en la posmenopáusica en un día fijo elegido por ella. El médico es responsable de educar sobre la técnica de autoexploración mamaria, a todas las mujeres que acuden a la unidad de salud.

b) Examen clínico de mama: el médico familiar o personal de enfermería previamente capacitado debe realizar el examen clínico de mama en forma anual a todas las mujeres mayores de 25 años.

c) Mastografía: el médico familiar debe recomendar a las mujeres de 40 a 49 años con dos o más factores de riesgo y a toda mujer de 50 años o más, la realización de mastografía; así como a la mujer con antecedente familiar de cáncer, desde 10 años antes de la edad en la que se presentó la enfermedad en el familiar.

3. Participación social: campañas intensivas de detección oportuna de cáncer de mama entre la población femenina.

4. Actividades de educación para la salud a prestadores del servicio a las mujeres.

5. Actividades del diagnóstico: a toda mujer sospechosa, hacer historia clínica completa enfocada a la búsqueda de factores de riesgo, examen clínico completo con énfasis en las glándulas mamarias y zonas linfoportadoras, mastografía y ultrasonido.

4.6.9 Lo más importante

- En la prevención del cáncer de mama es fundamental la búsqueda de factores de riesgo e identificar las lesiones sugestivas de cáncer en la paciente con sintomatología mamaria.
- Orientar sobre los cambios en el estilo de vida para reducir el riesgo de padecer esta enfermedad y del uso de la autoexploración como una estrategia para participar de manera activa en el cuidado de la salud.
- Inicie el tamizaje de acuerdo a las recomendaciones del médico.

- Descartar la patología maligna de mama en mujeres embarazadas y hombres que refieran sintomatología sospechosa de esta enfermedad.
- Con la participación y el compromiso de los profesionales de la salud y de todas las mujeres y sus familias, la detección oportuna del cáncer de mama es un objetivo alcanzable.

A continuación se muestran todos los diagramas usados para la detección oportuna del Cáncer de Mama, los cuales se obtuvieron con ayuda del experto humano y las guías de referencia del IMSS.

En el diagrama 3 se muestran los pasos a seguir cuando llega un paciente asintomático (sin síntomas), se preguntara su edad o rango de edad y de acuerdo a esto se le dará un seguimiento como se puede ver en el diagrama.

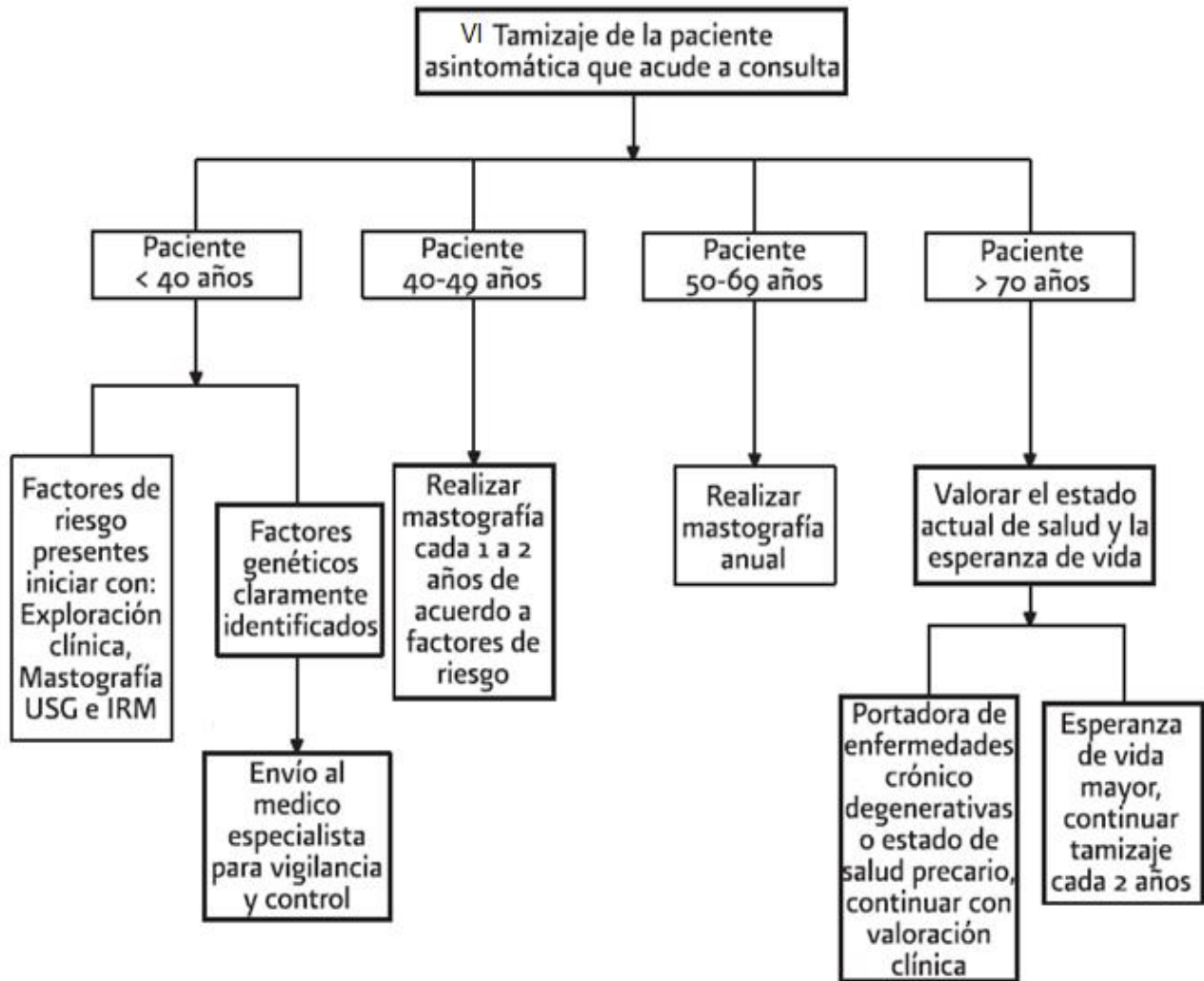


Diagrama 3. Pacientes asintomáticos

Pasos a seguir cuando acude una paciente con sintomatología mamaria, primero se revisará su historia clínica y se le hará un examen físico para después saber si fue normal o anormal su chequeo, de acuerdo a esto se le dará seguimiento como se muestra en el diagrama 4.

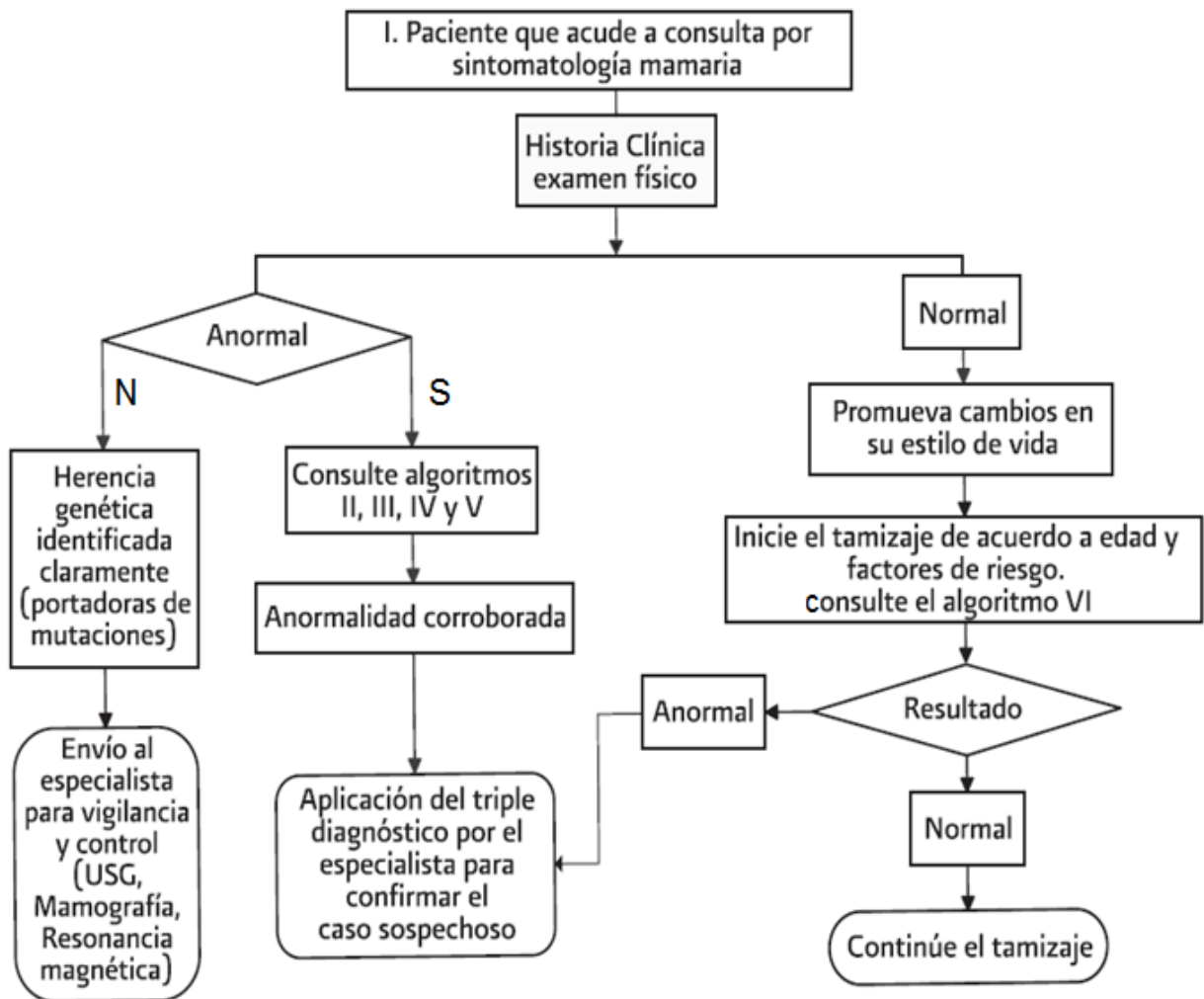


Diagrama 4. Pacientes con sintomatología de Cáncer de Mama

En el diagrama 5 se muestran los pasos a seguir cuando la paciente llega con tumoraciones en la mama, primero se procederá a consultar su historia clínica y se hará un chequeo, de acuerdo a esto y valorando la tumoración se verá si es asimétrica o no, en caso negativo se le mandará a hacer una mastografía, de lo contrario se le dará seguimiento como se puede ver en el diagrama.

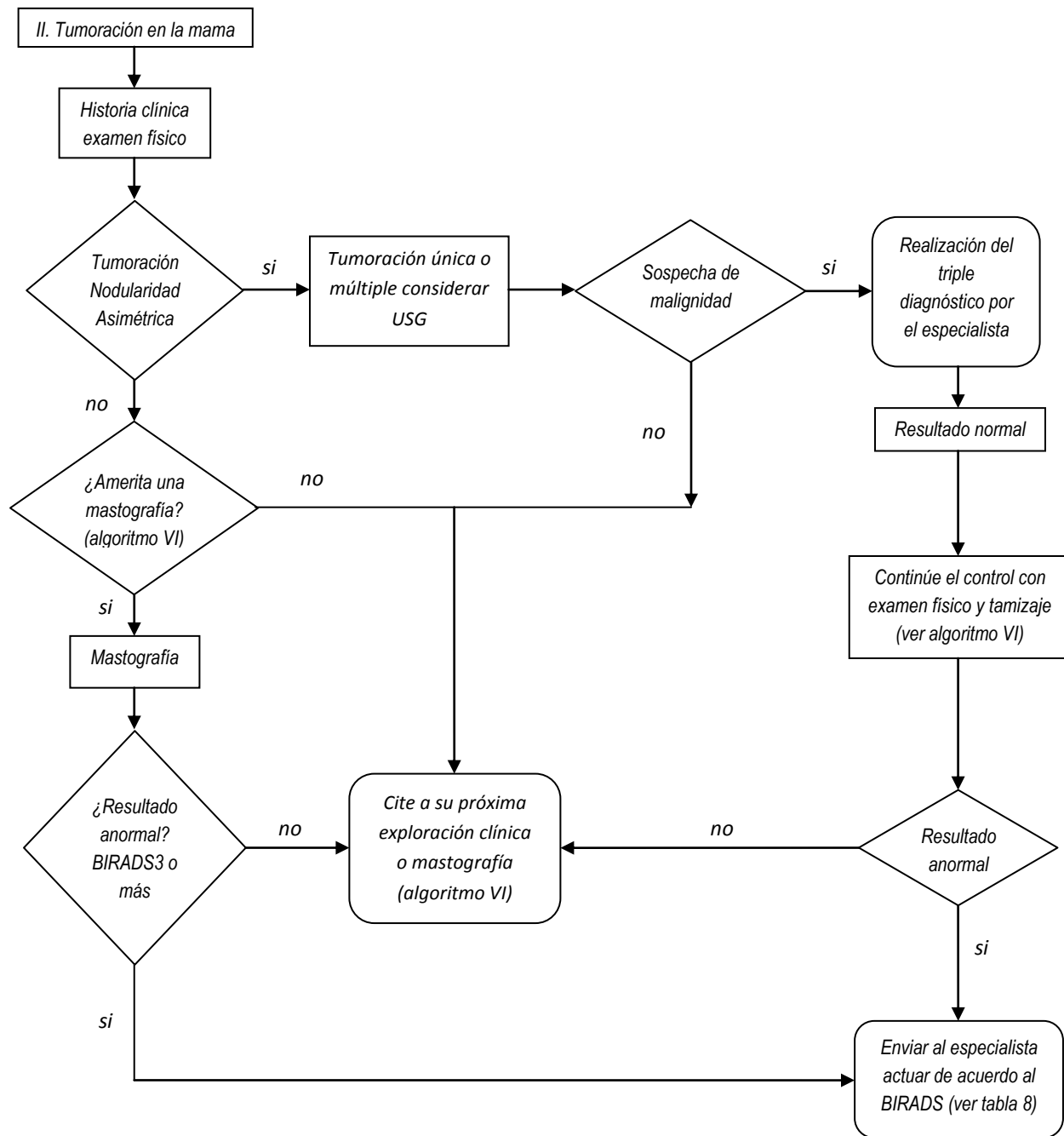


Diagrama 5. Tumoración en mama

En la tabla 8 se muestran las acciones que se toman de acuerdo a la clasificación de BI-RADS (Breast Reporting and Data System), las cuales también se toman en cuenta para algunos diagramas del Cáncer de Mama.

Categoría	Resultados	Acciones
Categoría 0	Incompleta, necesita imágenes adicionales para su categorización definitiva	Diferentes proyecciones mastográficas, ultrasonido o resonancia magnética
Vigilancia en el 1er nivel de atención		
Categoría 1	Negativo	Continuará en vigilancia de acuerdo a edad y factores de riesgo (algoritmo VI)
Categoría 2	Benigno	Continuará en vigilancia de acuerdo a edad y factores de riesgo (algoritmo VI)
Atención por médico especialista		
Categoría 3	Hallazgos positivos probablemente benignos 2% de malignidad	Referencia al especialista para su vigilancia
Categoría 4	Anormalidad con sospecha de cáncer	Referencia inmediata al especialista
Categoría 5	Altamente sugestiva de malignidad >95% de malignidad	Referencia inmediata al especialista
Categoría 6	Biopsia conocida, malignidad comprobada	Referencia inmediata al especialista

Tabla 8. Clasificación de BI-RADS

Cuando una paciente llega con mastalgia, dolor en las mamas, se procede a revisar si tiene alguna tumoración o secreción no láctea del pezón, en caso negativo se valora la intensidad del dolor y se verifica si necesita manejo o no, como se muestra en el diagrama 6.

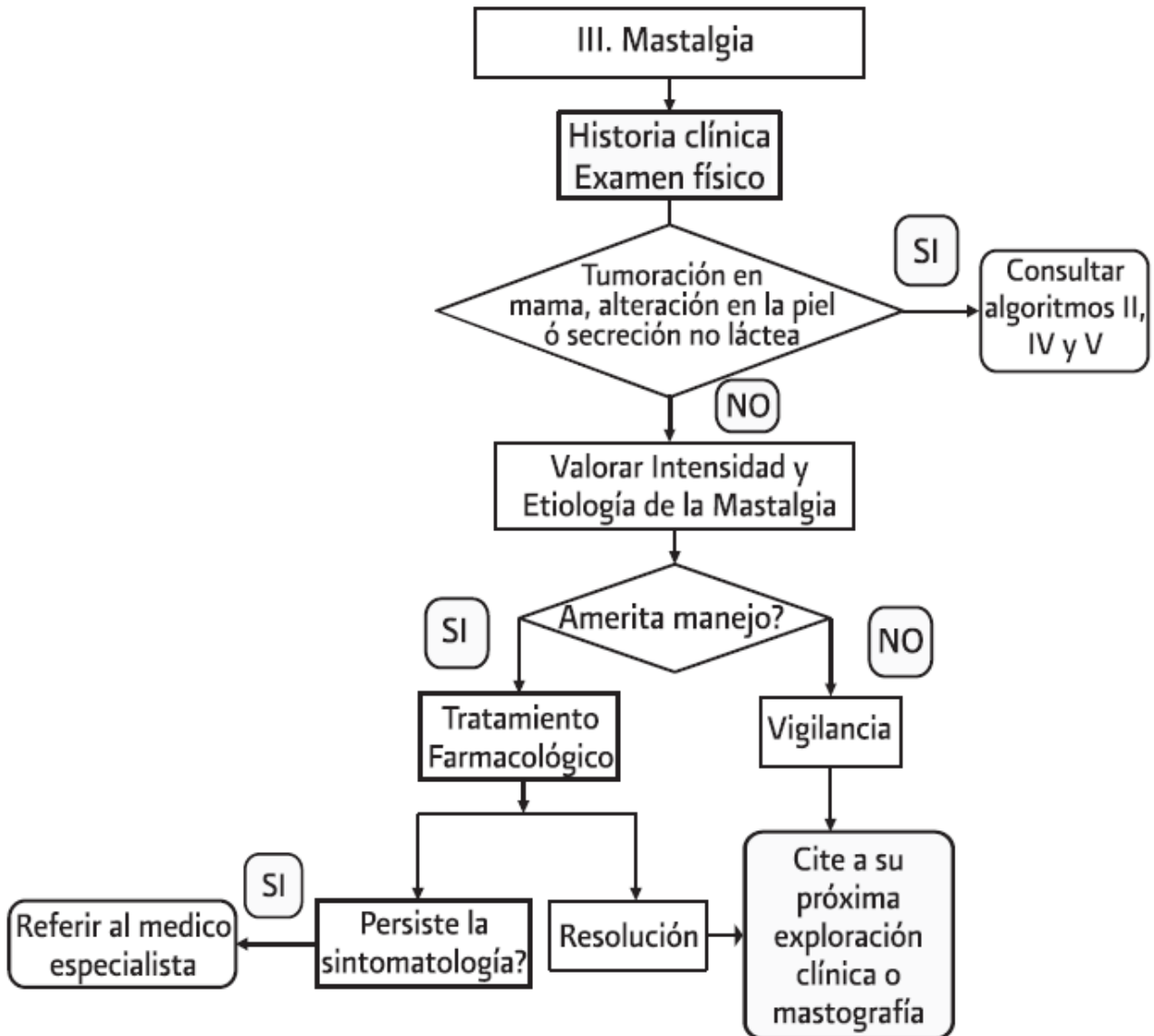


Diagrama 6. Pacientes con mastalgia

Si la descarga del pezón no es láctea, se verificarán las características que ésta tenga, o si la paciente acude con mastografía para su mejor procedimiento, como se puede ver en el diagrama 7.

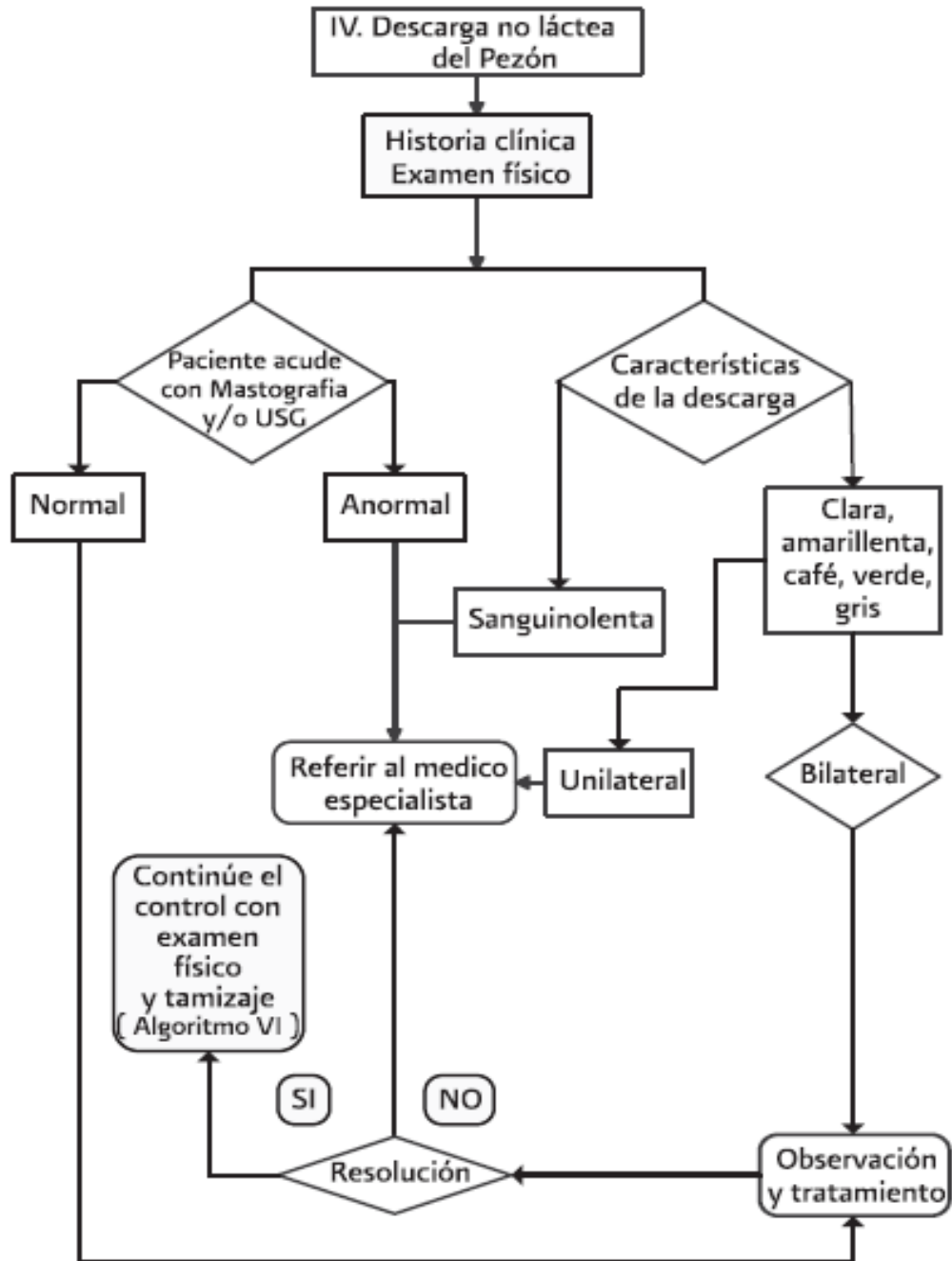


Diagrama 7. Descarga del pezón no es láctea

Cuando una paciente llega con alteraciones en la piel, lo primero es descartar que éstas sean malignas, para ello se seguirá los pasos del diagrama 8.

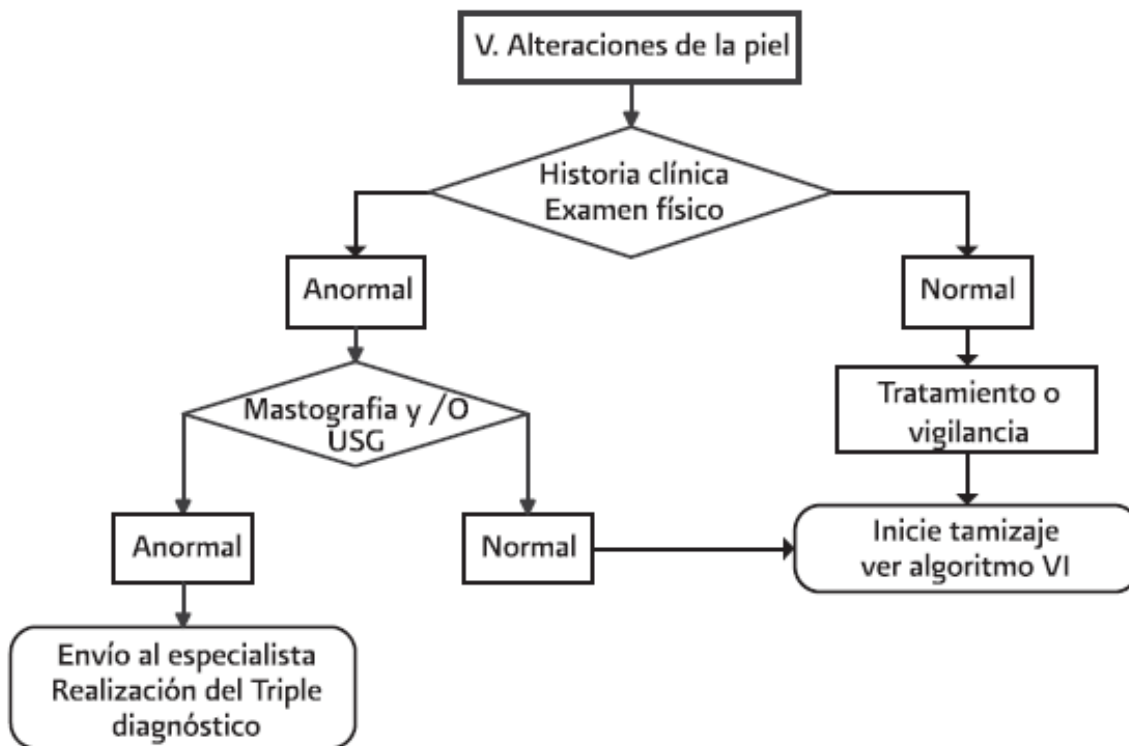


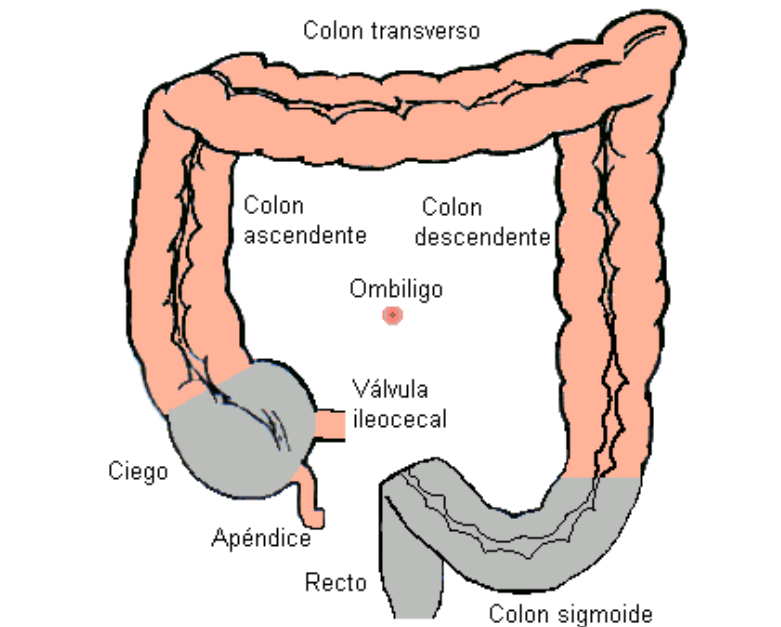
Diagrama 8. Alteraciones en la piel

4.7 Cáncer de Colon

4.7.1 Introducción

El cáncer de colon o adenocarcinoma colorectal es un tumor maligno que se origina dentro de las paredes del intestino grueso, incluye los segmentos: ciego, colon ascendente, colon transverso, colon descendente, sigmoides y recto. Se piensa que muchos de los casos de cáncer de colon nacen de un pólipo adenomatoso en el colon. Estos crecimientos celulares en forma de hongo son usualmente benignos, pero de vez en cuando se vuelven cancerosos con el tiempo. El cáncer de colon no incluye los tumores en los tejidos del ano o del intestino delgado [35].

4.7.2 Anatomía del colon



80% de los diversos cánceres de colon se desarrollan en las áreas coloreadas en gris, que no se evacuan por completo en la posición sentada. El estancamiento fecal es la principal causa de enfermedades del colon.

Figura 13. Anatomía del colon

4.7.3 Epidemiología

Estudios epidemiológicos describen sin asociación entre la ingesta de frutas, verduras y el cáncer de colon (CC) [10]. Existen diversos estudios que demuestran controversia entre la ingesta y la cantidad de diversos micro nutrientes como lo son los siguientes:

- Calcio.
- Vitamina D.
- Vitamina E.
- Folatos.
- Metionina.

Asociado a la prevención del CC.

4.7.4 Factores de riesgo

La localización anatómica del CC se relaciona con la edad, sin diferencia en relación al género y la raza.

- La migración proximal del CC, se atribuye al envejecimiento de la población. Con la consiguiente disminución en la incidencia del CC distal y un incremento en la región proximal.

Hay dos síndromes genéticos específicos que predisponen al CC:

- Poliposis adenomatosa familiar.
- CC hereditario no asociado a poliposis.

Un meta-análisis de 27 estudios demostró que en los individuos con al menos un familiar de primer grado afectado, el riesgo es mayor al doble de la población general.

- Se ha propuesto la dieta como un factor que predispone para el desarrollo del CC, sin embargo, existe controversia respecto a los nutrientes específicos o combinaciones de éstos.
- La ingesta de calorías predispone al desarrollo de CC en relación directamente proporcional a la cantidad de la ingesta.
- La ingesta de carnes rojas y grasas. Se considera carne roja con grasas:
 - Carne de cerdo.
 - Ternera.
 - Cordero

Clasificar a los individuos de acuerdo a su riesgo como población de riesgo bajo para CC:

- Individuos sin factores de riesgo para CC con edad > a 50 años.

Se recomienda escrutinio de CC en individuos asintomáticos considerados como **población de riesgo bajo**:

- Mayores de 50 años, en afro americanos a partir de los 45 años.
- Sin historia personal de enfermedad inflamatoria intestinal.
- Sin historia familiar de CC.
- Sin historia familiar de pólipos adenomatosos.

Población en riesgo intermedio para CC en presencia de:

- Pólipos de colon adenomatosos y hamartomatosos (exceptuando pólipos hiperplásicos). Se considera que los pólipos constituyen una lesión pre maligna con una razón de momios de 2-4.
- Enfermedad inflamatoria intestinal con 10 años o más de evolución, con asociación a la formación de pólipos y CC con razón de momios de 5.6.
- El intervalo de tiempo para el desarrollo de cambios malignos en los pólipos adenomatosos se estima entre 5 a 25 años.

Población en riesgo alto para presentar CC:

- Individuos con historia familiar positiva.

Las pruebas genéticas de CC hereditario no poliposico (CCHNP) está indicado para los individuos afectados considerados “población de alto riesgo” en las familias que reúnan las siguientes características (ver clasificación o escalas de la enfermedad):

- Criterios de Ámsterdan.
- Criterios de Bethesda.
- Criterios modificados de Bethesda.
- Familiares de primer grado de los individuos con una mutación conocida.
- Individuos con los dos tipos de CCHNP.

4.7.5 Pruebas de detección

Actualmente hay dos métodos disponibles para la prueba de búsqueda de sangre oculta en heces de acuerdo al método utilizado:

- Con base a guayaco, la cual puede ser de alta y baja sensibilidad.
- Prueba inmunoquímica (inmunológica) en heces.

4.7.6 Cuadro clínico

En los pacientes con CC, los signos y síntomas identificados son:

- Dolor abdominal.
- Cambio de hábitos intestinales.
- Pérdida de peso.
- En presencia de sangrado rectal: rectorragia, hematoquécia y/o melena.
- En subgrupo de pacientes presenta anemia microcítica hipocrómica, sin etiología aparente.

Los síntomas y signos más comunes de cáncer o pólipos grandes fueron:

- Sangrado rectal.
- Cambios persistentes en el hábito intestinal.
- Anemia.

Los tumores más avanzados presentaron:

- Pérdida de peso.
- Náuseas.
- Anorexia.
- Dolor abdominal.

Los síntomas tempranos no suelen ser graves y a menudo son inespecíficos, estos pueden ser frecuentes en la población general correspondiendo a diferentes causas, en algunos pacientes los síntomas no inician o no se perciben hasta que el cáncer esta avanzado.

4.7.7 Criterios de referencia a segundo y tercer nivel

Individuos que presenten en forma aislada o en conjunto:

- Dolor abdominal, alteración en el hábito intestinal y pérdida de peso.
- Edad menor de 40 años con antecedentes familiares o personal de cáncer asociado a CC.

- Edad mayor de 50 años con prueba de búsqueda de sangre oculta en heces positiva.
- Individuos con historia familiar de CC.
- Anemia microcítica e hipocrómica sin causa aparente.
- Sangre oculta en heces positiva y/o sangrado evidente.
- Pacientes con diagnóstico de cáncer de colon o recto que requieran manejo multidisciplinario, deben ser referidos a tercer nivel los servicios de cirugía de colon y recto y/o oncología quirúrgica.
- Todo paciente con colonoscopia o sigmoidoscopia que reporte lesión neoplástica confirmada por histopatología y que no puede ser tratada en su unidad deberá enviarse a cirugía oncológica y/o cirugía de colon y recto a un tercer nivel.
- Todo paciente con riesgo bajo y sangre oculta en heces positiva, riesgo intermedio y alto asintomáticos con alta posibilidad de CC a los cuales no sea posible realizar colonoscopia en su unidad, se recomienda envío a segundo o tercer nivel de atención: cirugía oncológica y/o cirugía de colon y recto.

4.7.8 Vigilancia y seguimiento

- Los individuos de riesgo bajo que no requieren estudios invasivos, se recomienda realizar seguimiento clínico y prueba de sangre oculta en heces con base a guayaco o basada en inmunoquímica.
- Los individuos identificados de riesgo intermedio con antecedentes de pólipos en colon y recto; enfermedad inflamatoria intestinal con historia mayor a 10 años, requieren de seguimiento clínico y paraclínico.
- Individuos con riesgo alto en los cuales se encuentra historia familiar de cáncer hereditario de colon y recto, requieren al ser identificados ser enviados a la unidad que cuente con manejo multidisciplinario de estudios genéticos, oncología médica y cirugía colorectal.

En el diagrama 9 se pueden ver los pasos para el escrutinio y diagnóstico del CC de acuerdo a su riesgo. Tienen que ser pacientes mayores de 50 años y que acepten el escrutinio, en caso de que el paciente no lo acepte no hay nada más que se pueda hacer, en caso contrario se seguirán los pasos que sugiere el diagrama.

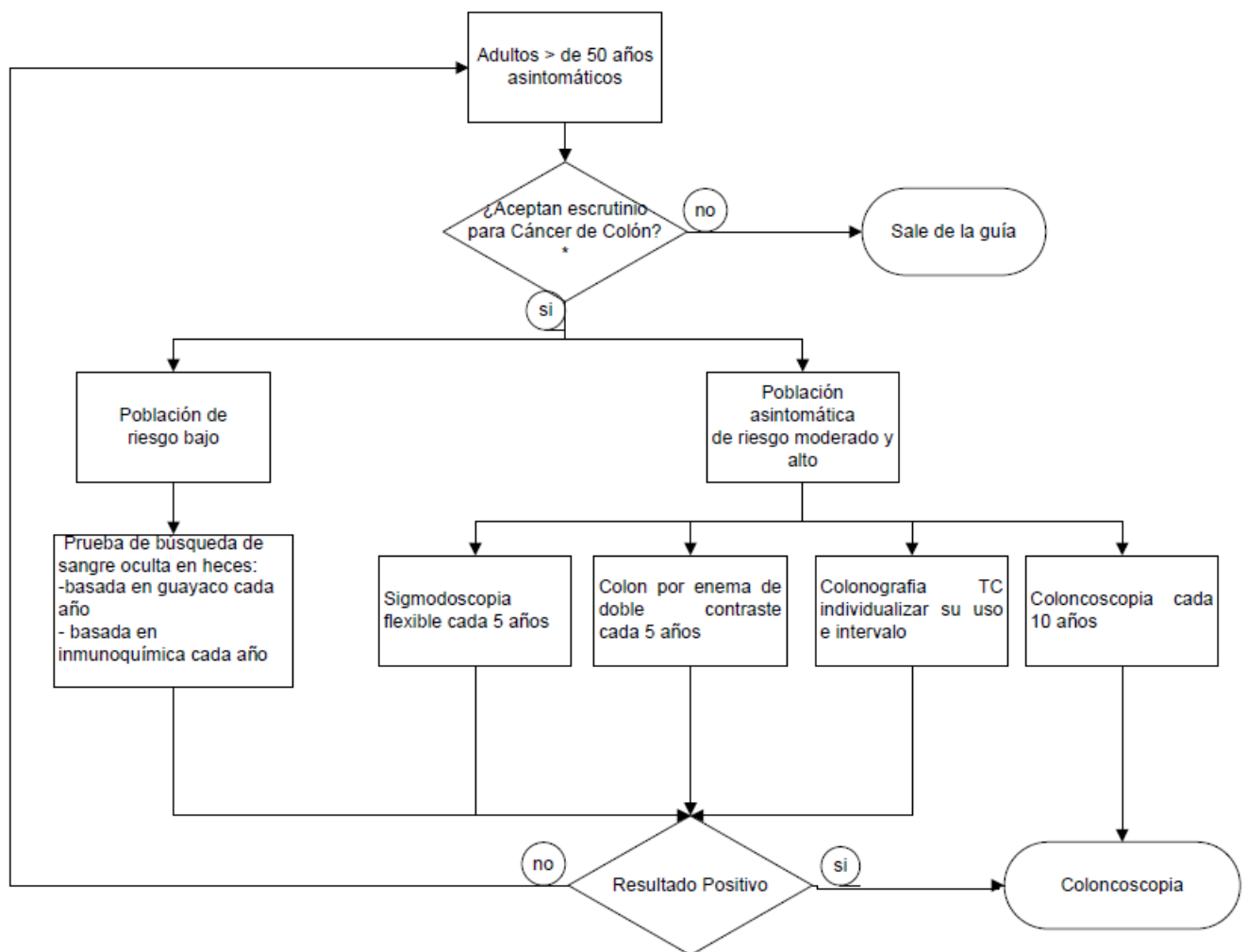


Diagrama 9. Cáncer de Colon

4.7.9 Clasificación o escalas de la enfermedad

En las siguientes tablas se muestran los criterios para la clasificación de riesgo para cáncer de colon, las cuales nos dirán si el paciente está en la población de riesgo bajo, intermedio o alto, si cumple con todos o al menos un criterio. Estas escalas se toman de las guías de referencia médica y en conjunto con los expertos humanos.

4.7.9.1 Criterios de Ámsterdam

Criterios de Ámsterdam

- Tres familiares en línea vertical con diagnóstico de CC.
- Al menos uno debe ser familiar directo de los otros dos.
- Al menos uno debe haber sido diagnosticado antes de los 50 años.
- Al menos dos generaciones deben ser afectadas.
- La poliposis adenomatosa familiar debe ser excluida.
- El diagnóstico de cáncer debe ser verificado.

4.7.9.2 Criterios de Ámsterdam II

Criterios de Ámsterdam II

- Tres o más miembros de la familia con CCHNP: colónico o extracolónico: una neoplasia asociada a CC sin pólipos (endometrio, ovario, uréter/renal, intestino delgado).
- Todos los criterios de Ámsterdam I.
- Un familiar afectado de dos familiares de primer grado, exclusión de la FAP.
- Cáncer se extiende sobre dos o más generaciones.
- Al menos un caso de cáncer diagnosticado antes de los 50 años de edad.

4.7.9.3 Criterios de Bethesda

Criterios de Bethesda

- CC diagnosticado en paciente menor de 50 años .
- Presencia de CC sincrónico o meta crónico u otro cáncer asociado a CC no polipósico sin importar la edad.
- CC con MSI-H histológicamente diagnosticada en pacientes menores de 60 años.
- CC o tumor asociado a CC no polipósico diagnosticado en menores de 50 años en al menos un familiar de primer grado.
- CC o tumor asociado a CC no polipósico diagnosticado a cualquier edad en dos familiares en primer o segundo grado.

Criterios Modificados de Bethesda para CCHNP

1. Los individuos con una historia de CC familiar que cumple con los criterios de Ámsterdam.
2. Los individuos con dos tipos de cáncer relacionados con CCHNP, incluyen sincrónicos y meta crónicos de CC o de cáncer extracolónico asociado a cáncer de endometrio, ovario, gástrico, hepatobiliar, intestino delgado o carcinoma de células transicionales de la pelvis renal o uréter.
3. Los individuos con CC y con un familiar de primer grado con CC o de un HNPPC extracolónicas relacionados a cáncer diagnosticados antes de los 50 años de edad y/o adenoma diagnosticado a los 40 años de edad.
4. Los individuos con CC o cáncer de endometrio diagnosticados antes de los 50 años de edad.
5. Las personas con CC o cáncer de endometrio diagnosticados antes de los 50 años de edad sobre la histología diagnosticados antes de los 50 años de edad.
6. Individuos con adenomas diagnosticados antes de los 40 años de edad.

Capítulo 5

5.- DESARROLLO DE UN SE PARA DETECTAR DIVERSOS TIPOS DE CÁNCER

5.1 Factores de riesgo

Entre las estrategias implementadas para la prevención y diagnóstico oportuno para la población en riesgo por los tipos de cáncer antes mencionados se encuentran las guías de práctica clínica. Sin embargo, la discrepancia existente en la atención médica que se da a estos problemas y a las consecuencias e impactos que tienen en la salud, reflejadas en las estadísticas de defunciones y pérdida en la calidad de vida por discapacidad, justifica llevar a cabo medidas adicionales que coadyuven a fortalecer el diagnóstico temprano y la referencia médica oportuna de quienes padecen estas patologías. Es por todo esto que se desarrolla un SE valiéndonos de las tecnologías actuales como lo es la programación computacional, para poder desarrollar este sistema experto se consideraron principalmente los factores de riesgo asociados a cada patología, cabe mencionar que según los expertos humanos el factor de riesgo es determinante para poder establecer el pre-diagnóstico inicial de cualquier enfermedad, conociendo que un factor de riesgo es una variable que aumenta fuertemente la probabilidad de padecer la enfermedad. La finalidad de los factores de riesgo es establecer un referente para orientar la toma de decisiones clínicas basadas en recomendaciones sustentadas en la mejor evidencia disponible. Se pone a disposición del personal del primer nivel de atención, las recomendaciones basadas en la mejor evidencia disponible con la intención de estandarizar las acciones nacionales, lo que favorecerá la mejora en la efectividad, seguridad y calidad de la atención médica, contribuyendo de esta manera al bienestar de las personas y de las comunidades que constituye el objetivo central y la razón de ser de éste sistema experto.

En este sistema experto los factores de riesgo funcionan de la siguiente manera: Se le harán preguntas al paciente como su sexo y edad, de acuerdo a esto el sistema experto usará un filtro para aplicarle los cuestionarios que correspondan con el fin de descartar posibles casos de cáncer, los cuestionarios son los factores de riesgo. Si el paciente dice si a algún factor pasará a la siguiente etapa de detección hasta asegurarse que el paciente presenta cáncer, en caso contrario, se tendrá al paciente en observación y se le realizarán estudios cada 6 meses o cada año.

5.2 Diagrama General

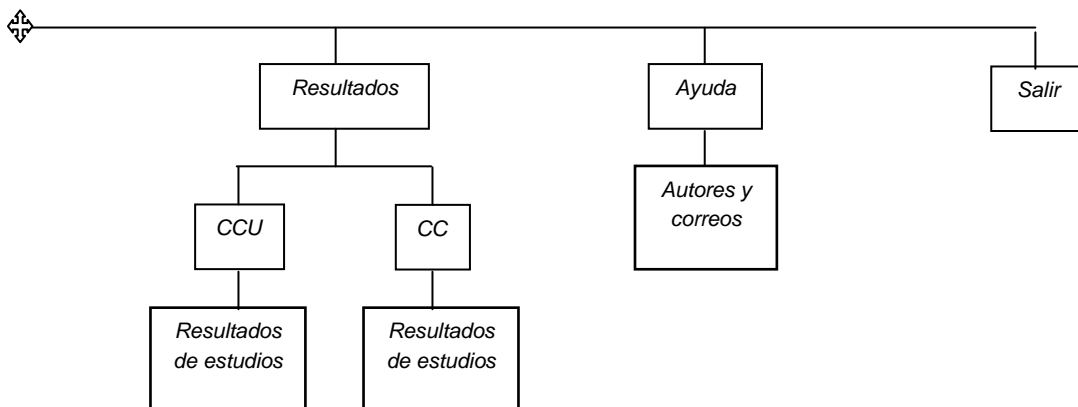
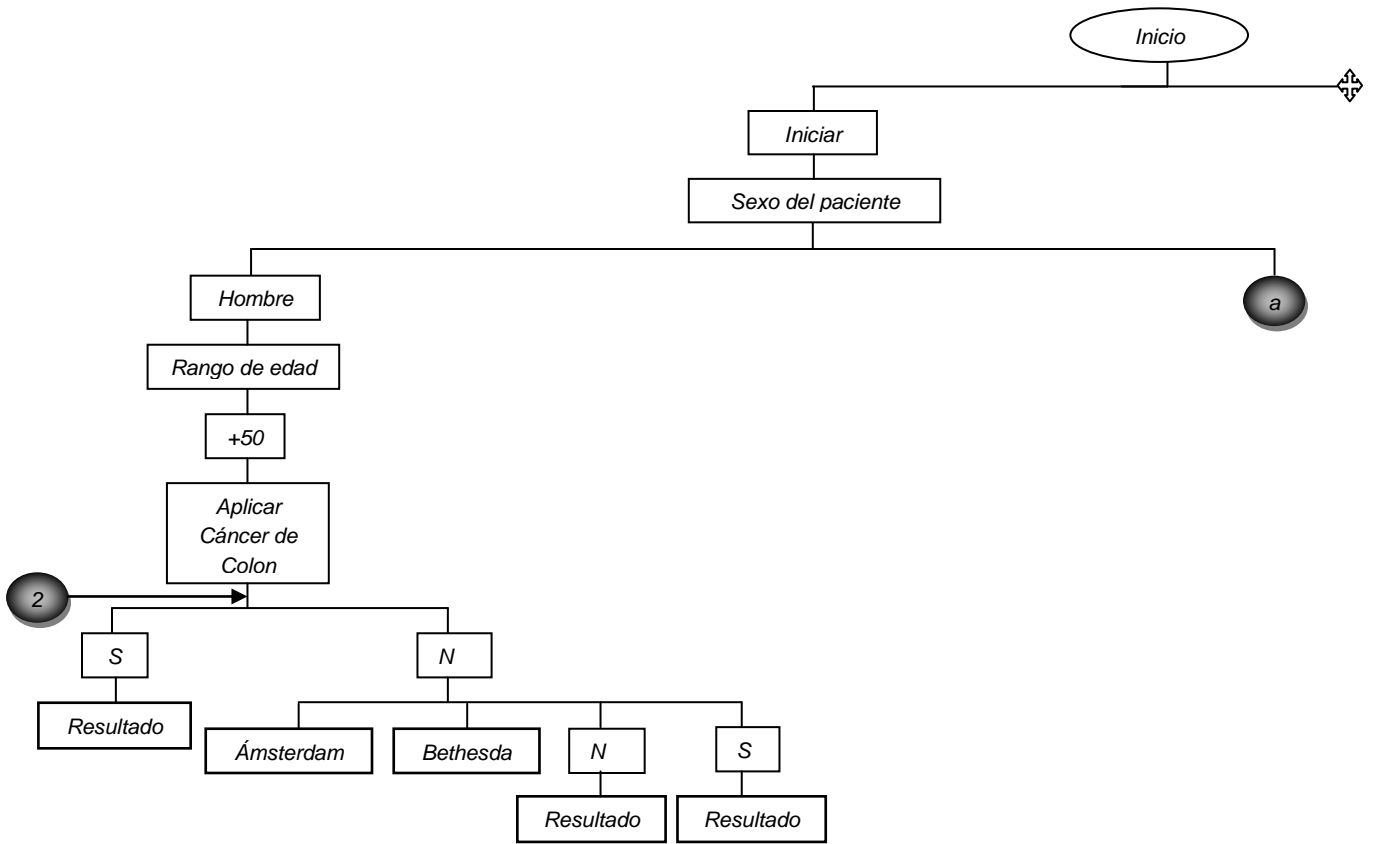
Al realizar el diagrama se cuenta con la colaboración de todos y cada uno de los expertos humanos, los cuáles fueron de gran apoyo en la elaboración del mismo. Se comenzó por definir cómo es que se empezaría la detección y se llegó a la conclusión de iniciar por sexo y rango de edad del paciente. Es importante ya que esto nos servirá de filtro para comenzar con la detección de cada tipo de cáncer.

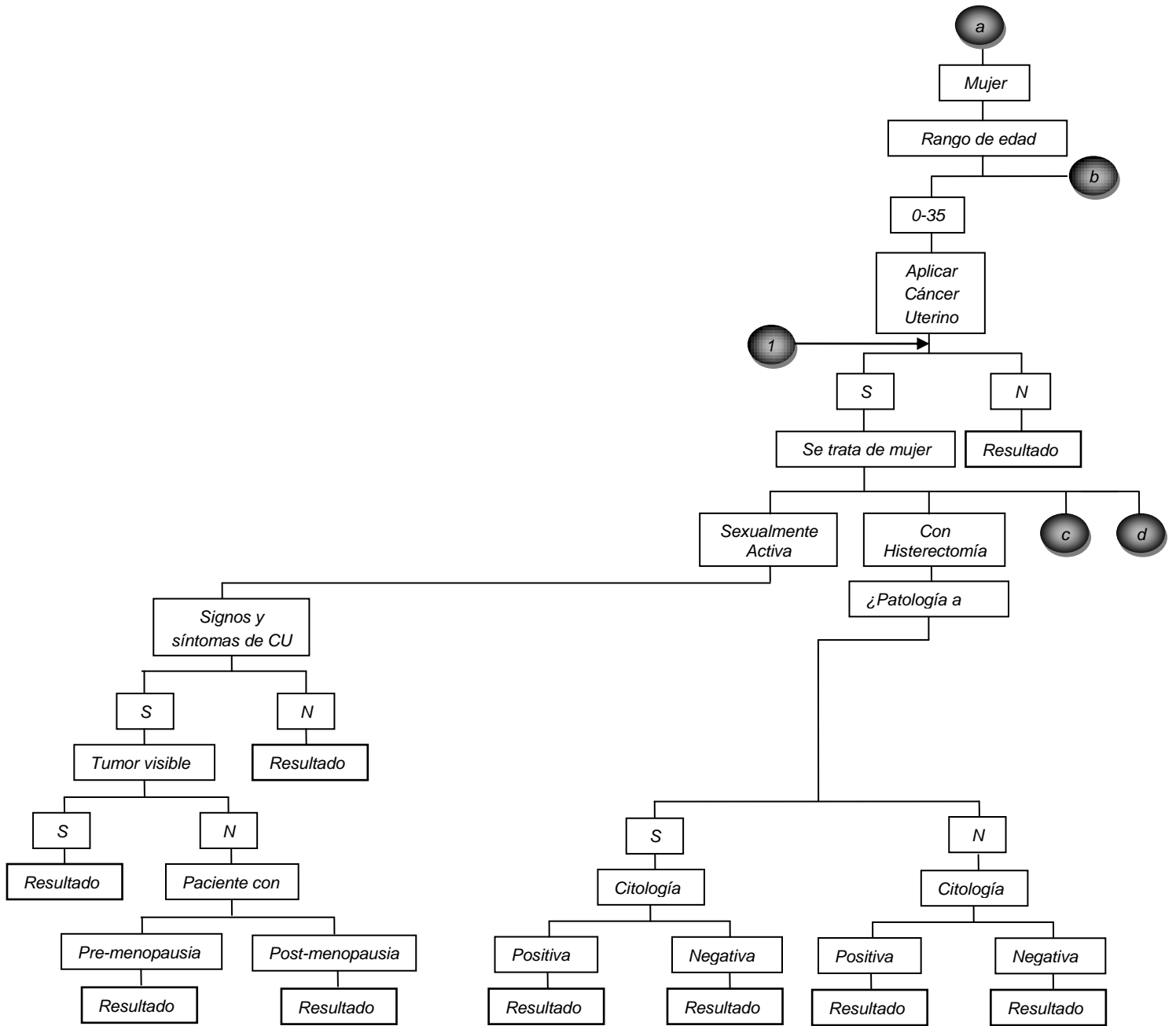
El diagrama 10 inicia preguntando qué es lo que se desea hacer, y se dan 4 opciones al usuario: iniciar detección, algunos resultados, ayuda y salir, a continuación se explican las 3 fases principales del sistema:

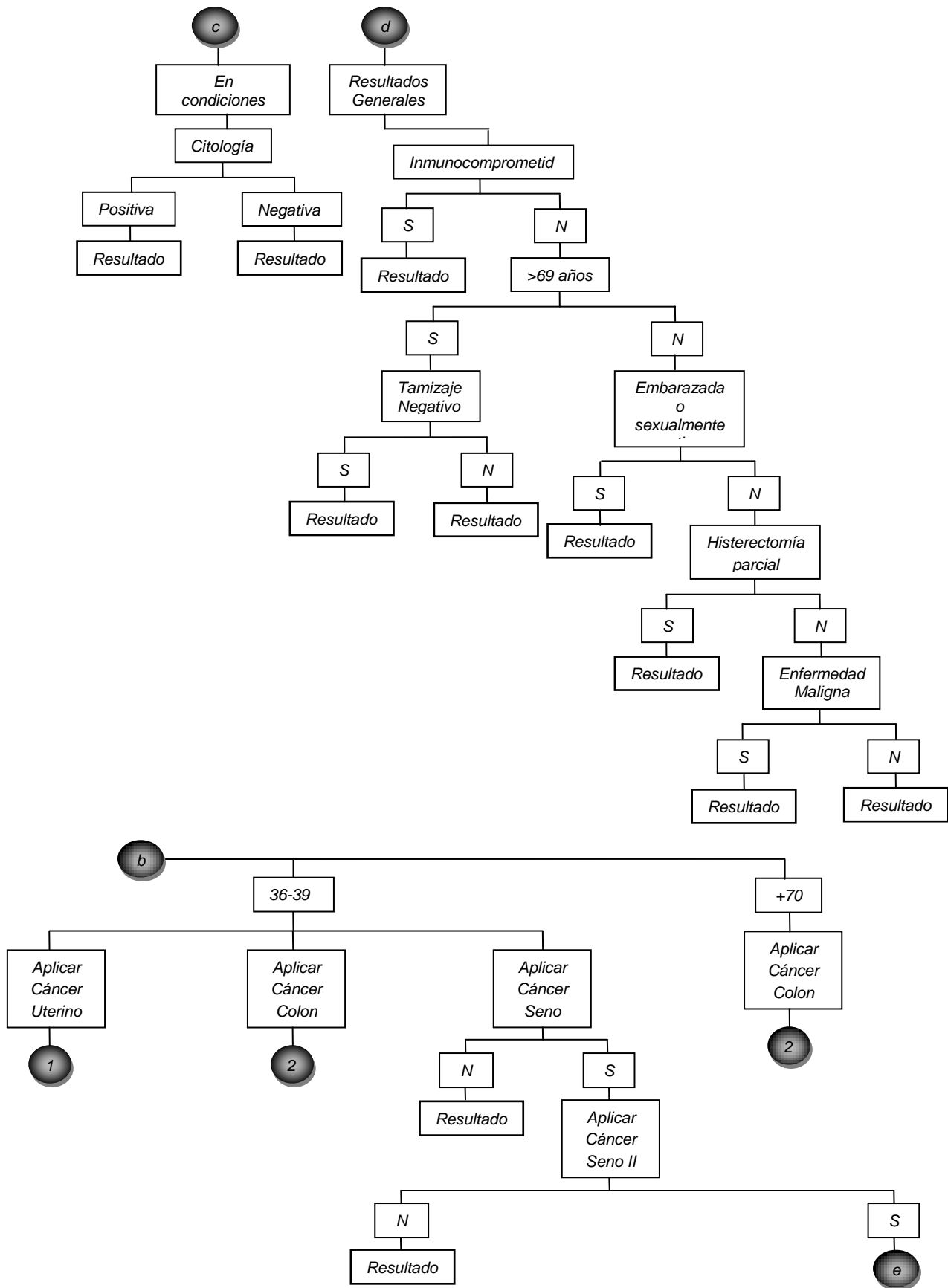
Iniciar detección: Aquí se empieza la detección de los 3 tipos de cáncer: cáncer cervicouterino, cáncer de seno y cáncer de colon, se empieza por preguntar el sexo del paciente y su rango de edad, esto nos sirve como un filtro para descartar a todas aquellas personas que no cumplan con los factores de riesgo principales y a continuación se van aplicando todos los algoritmos que se vieron anteriormente.

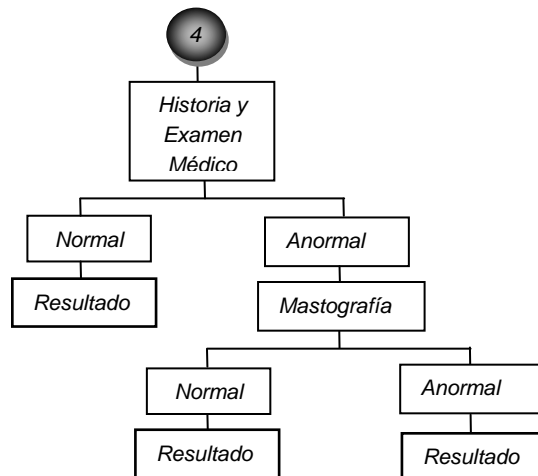
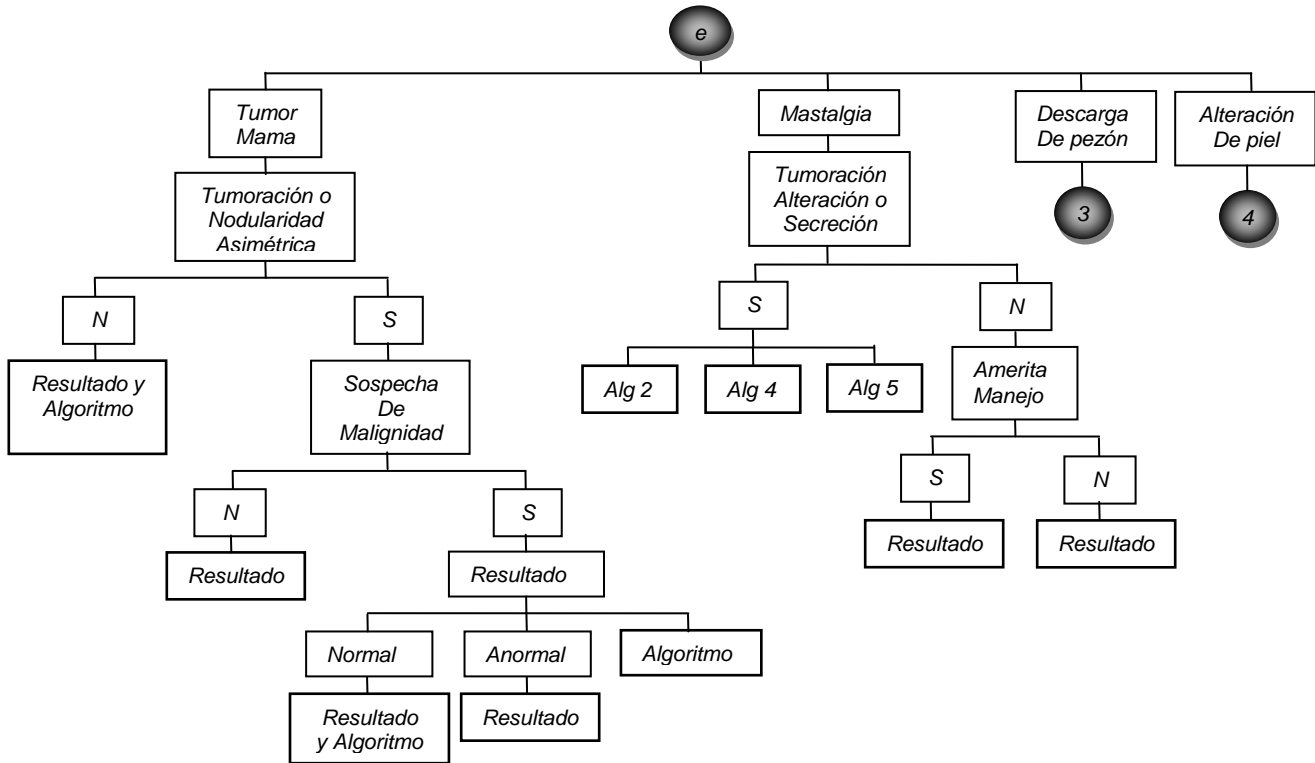
Algunos resultados: Aquí se muestran algunas interpretaciones de algunos análisis que se mandan a hacer, cabe mencionar que sólo se abarcan los de cáncer de colon y cáncer cérvico uterino.

Ayuda: Aquí se muestran los nombres de los autores junto con sus respectivos correos electrónicos por cualquier duda que tenga el usuario con respecto al aspecto médico o a la parte de programación.









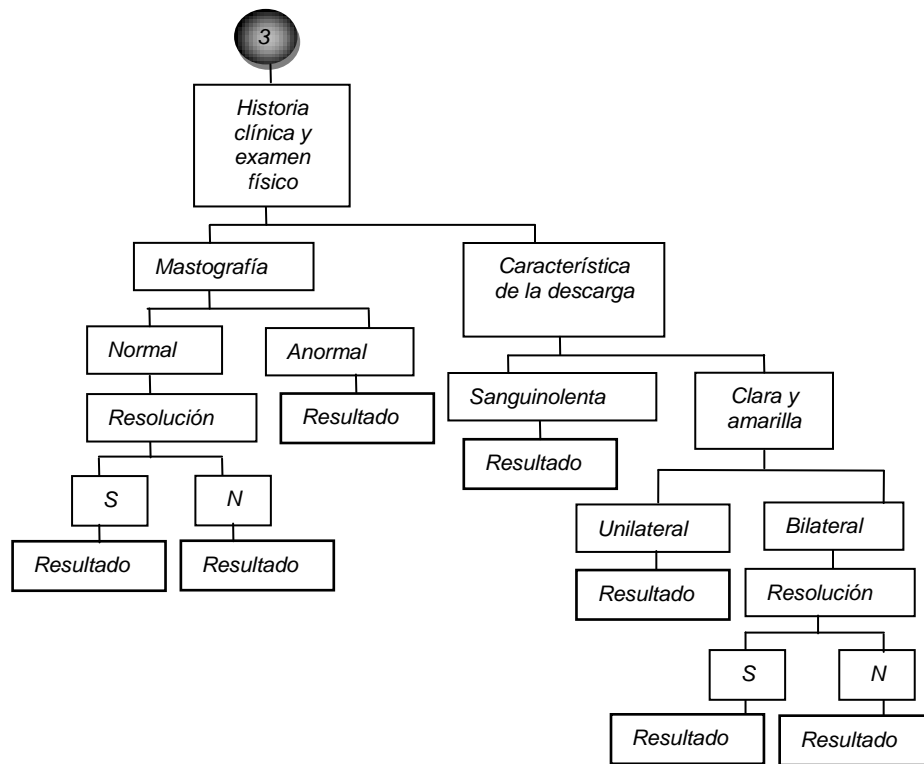


Diagrama 10. Diagrama general del sistema experto

Capítulo 6

6. Prolog

PROLOG es un lenguaje de programación para ordenadores que se basa en el lenguaje de la Lógica de Primer Orden y que se utiliza para resolver problemas en los que entran en juego *objetos y relaciones* entre ellos. Por ejemplo, cuando decimos "Jorge tiene una moto", estamos expresando una relación entre un objeto (Jorge) y otro objeto en particular (una moto). Más aún, estas relaciones tienen un orden específico (Jorge posee la moto y no al contrario). Por otra parte, cuando realizamos una pregunta (¿Tiene Jorge una moto?) lo que estamos haciendo es indagando acerca de una relación.

Además, también solemos usar reglas para describir relaciones: "dos personas son hermanas si ambas son mujeres y tienen los mismos padres".

Una de las ventajas de la programación lógica es que se especifica *qué* se tiene que hacer (*programación declarativa*), y no *cómo* se debe hacer (*programación imperativa*). A pesar de esto, Prolog incluye algunos predicados predefinidos metalógicos, ajenos al ámbito de la Lógica de Primer Orden, (var, nonvar, ==, ...), otros extra-lógicos, que tienen un efecto lateral, (write, get, ...) y un tercer grupo que nos sirven para expresar información de control de cómo realizar alguna tarea (el corte, ...). Por tanto, Prolog ofrece un sistema de programación práctico que tiene algunas de las ventajas de claridad y declaratividad que ofrecería un lenguaje de programación lógica y, al mismo tiempo, nos permite un cierto control y operatividad.

El programa Prolog tiene las siguientes características:

- El programa consta de una secuencia de oraciones, que guardan una relación implícita de coyunción. Todas las variables tienen cuantificación universal implícita y cuando las variables aparecen en oraciones distintas se consideran como diferentes.
- Se aceptan únicamente oraciones en forma de cláusula de Horn. Es decir las oraciones son atómicas, o bien una implicación que no tiene antecedentes negados y un consecuente atómico

- Los términos pueden ser signos de constante, variables o términos funcionales.
- En una consulta puede haber conjunciones, disyunciones, variables y términos funcionales.
- En vez de utilizar antecedentes negados en sus implicaciones, en Prolog se emplea un operador de negación como falla: una meta *no P* se considera demostrada si el sistema no logra demostrar *P*.

6.1 Prolog y el lenguaje de la lógica de primer orden

La Lógica de Primer Orden analiza las frases sencillas del lenguaje (fórmulas atómicas o elementales) separándolas en *Términos* y *Predicados*. Los términos hacen referencia a los objetos que intervienen y los predicados a las propiedades o relaciones entre estos objetos. Además, dichas fórmulas atómicas se pueden combinar mediante *Conectivas* permitiéndonos construir fórmulas más complejas, llamadas fórmulas moleculares.

6.2 Predicados

Se utilizan para expresar propiedades de los objetos, *predicados monádicos*, y relaciones entre ellos, *predicados poliádicos*. En Prolog los llamaremos hechos.

Debemos tener en cuenta que:

- Los nombres de todos los objetos y relaciones deben comenzar con una letra minúscula.
- Primero se escribe la relación o propiedad: *predicado*
- Los objetos se escriben separándolos mediante comas y encerrados entre paréntesis: *argumentos*.
- Al final del hecho debe ir un punto (".").

simbolo_de_predicado(arg1,arg2,...,argn).

6.3 Sintaxis

La sintaxis de un lenguaje describe la forma en la que se nos está permitido juntar palabras entre sí. Los programas en Prolog se construyen a partir de términos. Un término es una *constante*, una *variable* o una *estructura*. Todo término se escribe como una secuencia de *caracteres*. Para escribir un comentario lo encerraremos entre los signos `/*` y `*/` o desde el símbolo `%` hasta el final de línea. Así, Prolog pasa por alto los comentarios, pero los debemos añadir a nuestros programas para aclararlos.

```
__/* ... comentario ... */
__% comentario de una sola línea
```

Ejemplo :

```
/* Esto es un comentario
de más de una línea */
% mujer(Per) ← Per es una mujer
mujer(clara). % Esto es también comentario
mujer(chelo).
```

6.4 Caracteres

Los nombres de constantes y variables se construyen a partir de cadenas de caracteres. Prolog reconoce dos tipos de caracteres:

- **Imprimibles:** hacen que aparezca un determinado signo en la pantalla del ordenador. Se dividen en cuatro categorías:

- letras mayúsculas:* A, B, C, D,..., Z.
- letras minúsculas:* a, b, c, d,..., z.
- dígitos numéricos:* 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- signos:* ! " # \$ % & ' () = - ^ | / \ { } [] _ @ + * ; : < > , . ?

- **No imprimibles:** no aparecen en forma de signo en la pantalla, pero realizan una determinada acción: nueva línea, retorno de carro, etc.

Cada carácter tiene un entero entre 0 y 127 asociado a él, este es su código ASCII ("American Standard Code for Information Interchange").

6.5 Swi-prolog

SWI-Prolog es un compilador Prolog de Dominio Público, que como el anterior sigue el estándar de Edinburgh. Ha sido diseñado e implementado por Jan Wielemaker, del departamento Social Science Informatics (SWI) de la Universidad de Amsterdam. El software lo podemos encontrar en la siguiente dirección:

<http://www.swi.psy.uva.nl/projects/SWI-Prolog>

La plataforma original sobre la que se desarrolló fue para Unix, aunque en la actualidad podemos encontrar versiones para Linux y para PC que se ejecutan bajo el entorno Windows (Windows 3.1., Windows 95 y Windows NT). Es potente y flexible (permite integración con C), y tiene las ventajas sobre el anterior de que, de momento, se mantiene actualizado y se ejecuta sobre un entorno gráfico más agradable para el usuario.

Posee un sistema de ayuda en línea que se puede consultar mediante los predicados:

- ?- help.
- ?- help(Termino).
- ?- apropos(Cadena).

También se puede conseguir una versión escrita del manual de referencia, tanto en formato PostScript como en html, en la misma dirección.

Para ejecutarlo, una vez iniciado Windows, basta con hacer doble click sobre el icono correspondiente (fig. 14).



Figura 14. Icono de Swi-Prolog

Abriéndose la ventana de SWI-Prolog como se muestra en la figura 15.

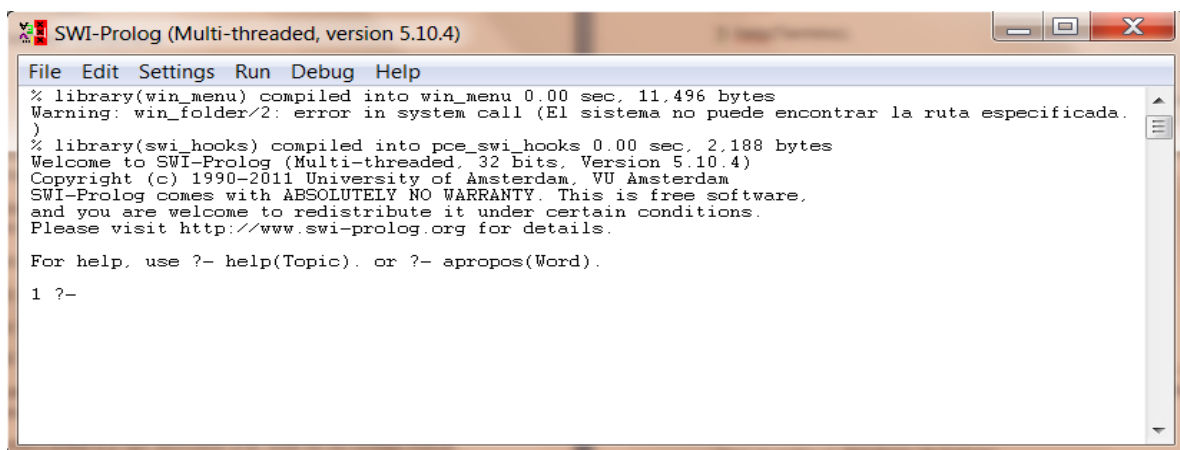


Figura 15. Entorno de Swi-Prolog

Al estar desarrollado sobre plataforma Unix, reconoce algunas órdenes del sistema operativo que nos pueden ser de utilidad para la gestión de los archivos:

cd cambiar el directorio de trabajo
pwd muestra el directorio de trabajo
ls muestra el contenido del directorio de trabajo
...

Swi-Prolog ofrece un entorno de Prolog y una caja de herramientas de gráficos denominados: XPCE, es muy utilizado en aplicaciones del mundo real, se usa ampliamente en la investigación, en la educación, es muy útil para desarrollar sistemas expertos basados en reglas, por lo que en este trabajo se genera la aplicación en Swi-Prolog. El sistema experto permite detectar diversos tipos de cáncer usando lógica de predicados, las reglas generadas usan encadenamiento hacia delante para obtener sus conclusiones. Se ejemplifica para el caso de cáncer cervicouterino. Los pasos son los siguientes:

Paso 1. Una vez que se ha compilado el programa nos despliega una ventana como la figura 16, se pide que se elija una opción, iniciaremos la detección.



Figura 16. Interfaz del sistema experto.

Paso 2. Se pide el sexo del paciente como se muestra en la figura 17, se selecciona la opción: hombre.

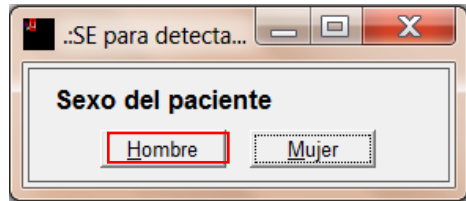


Figura 17. Sexo del paciente.

Paso 3. Se pide se elija el rango de edad como se muestra en la figura 18, se selecciona la opción: 50 o más.

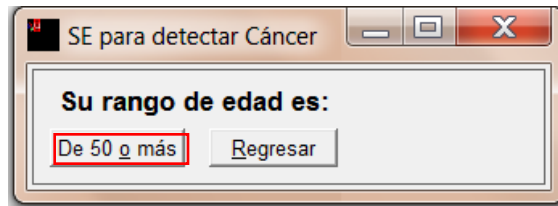


Figura 18. Rango de edad.

Paso 4. Debido a que en esta etapa los hombres de éste rango de edad, sólo son propensos a cáncer de colon, se desplegará la ventana que se muestra en la figura 19.

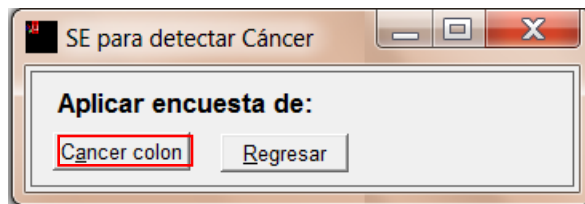


Figura 19. Cáncer a detectar.

Paso 5. Se despliega una ventana con los factores de riesgo como se muestra en la figura 20, misma que se debe aplicar al paciente, si éste contesta afirmativo al menos a un riesgo pasará al nivel siguiente, si no pasará al segundo nivel del CC.

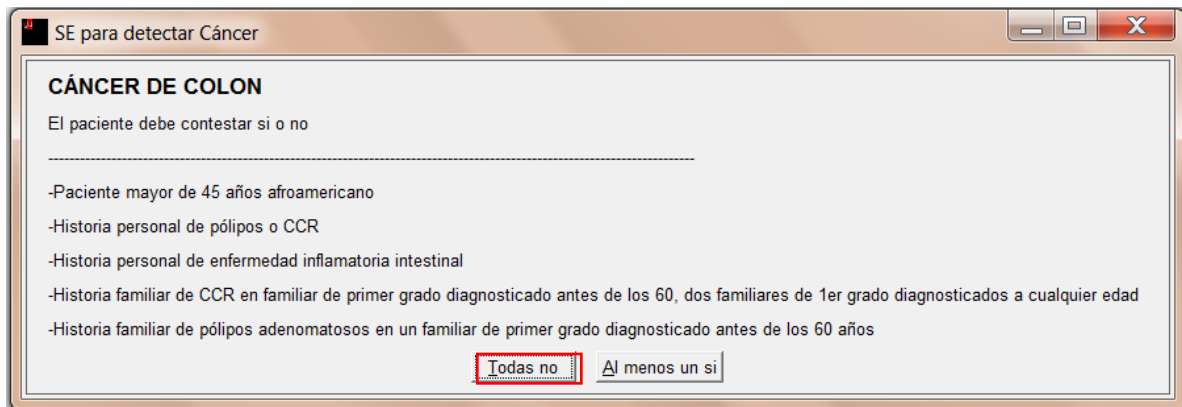


Figura 20. Factores de riesgo para el cáncer de colon.

Paso 6. El médico podrá consultar los criterios de Ámsterdam I,II, Bethesda y Bethesda modificados como se muestra en las figura 21.

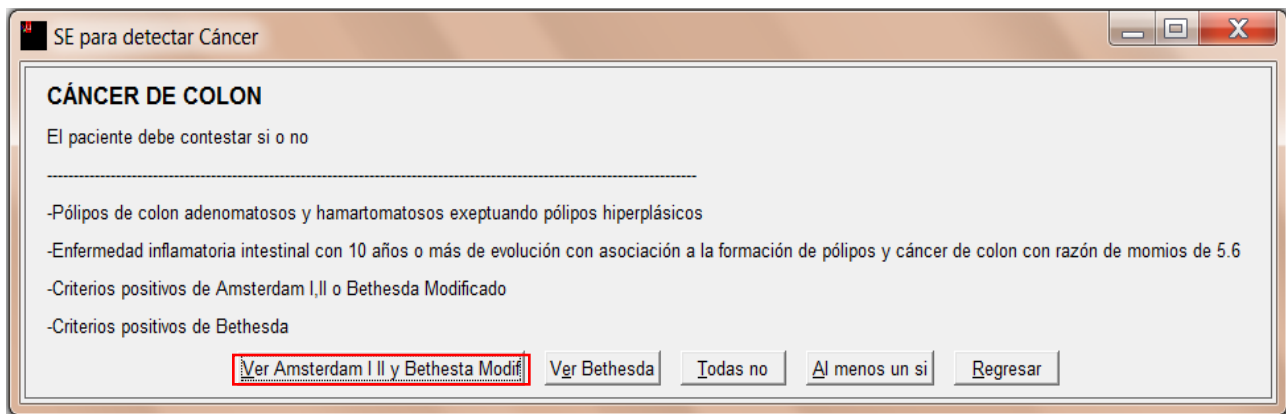


Figura 21. Se selecciona ver los criterios de Ámsterdam I,II y Bethesda modificados

Paso 7. Se consultan los criterios de Ámsterdam I, II y los modificados de Bethesda (fig. 22) para ubicar al paciente, en qué etapa se encuentra.

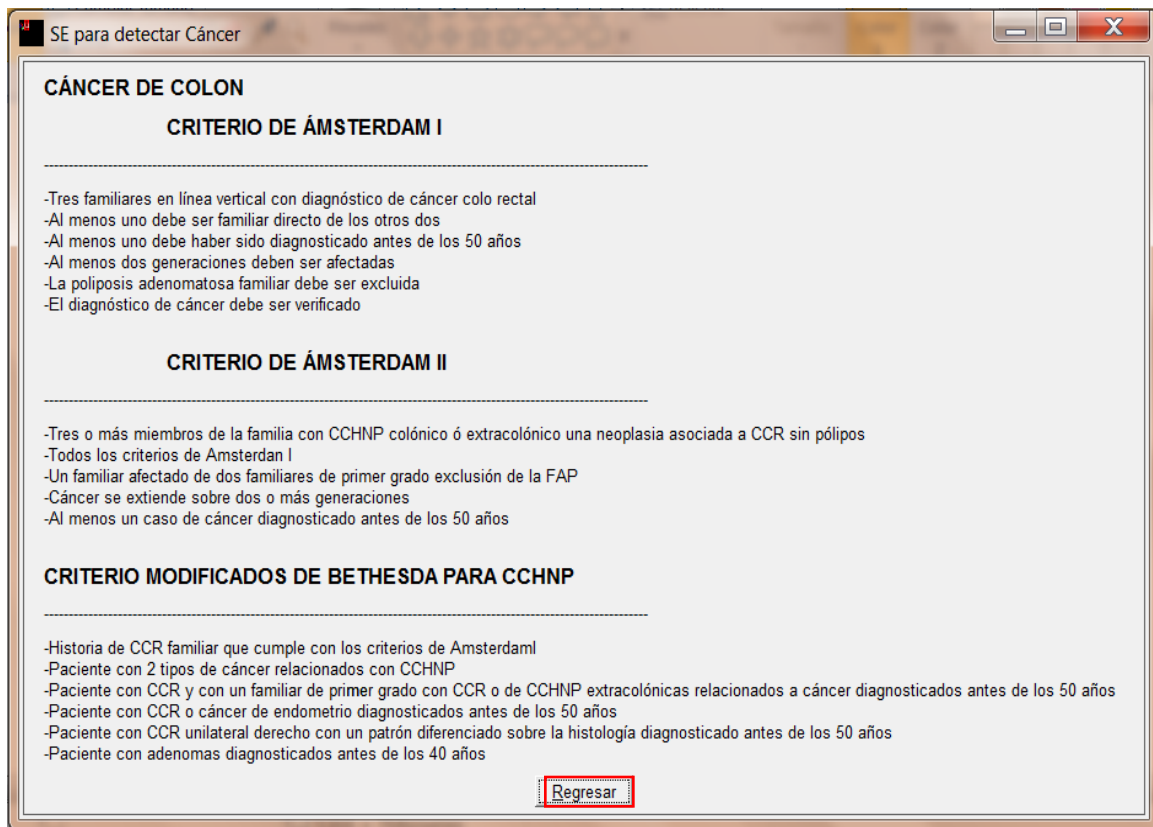


Figura 22. Criterios de Ámsterdam I,II y Bethesda modificados

Paso 8. El sistema nos da la opción de regresar para ver los demás criterios como se ve en la figura 22 y en la figura 23 nos muestra cómo se regresa a la ventana anterior y consultaremos los siguientes criterios.

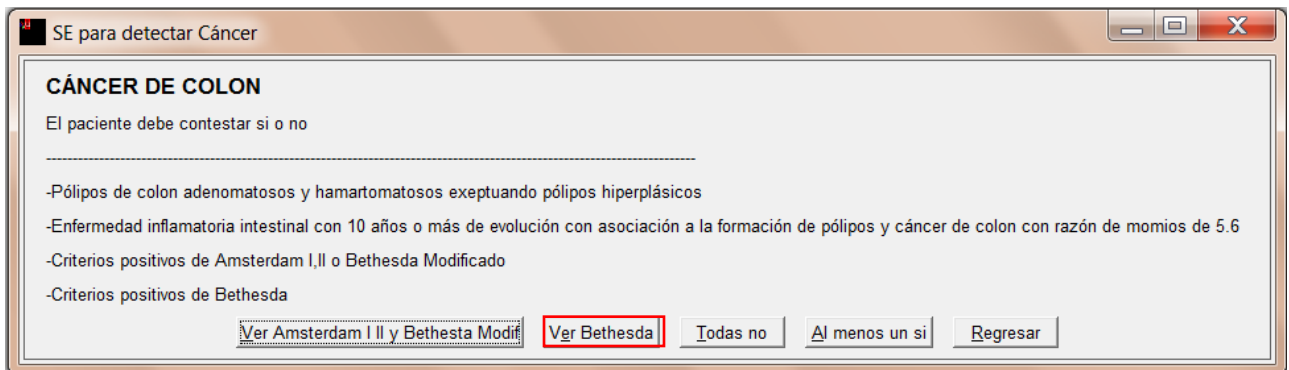


Figura 23. Opción de regresar

Paso 9. Se muestran los criterios de Bethesda como se muestra en la figura 24 para continuar con la detección.

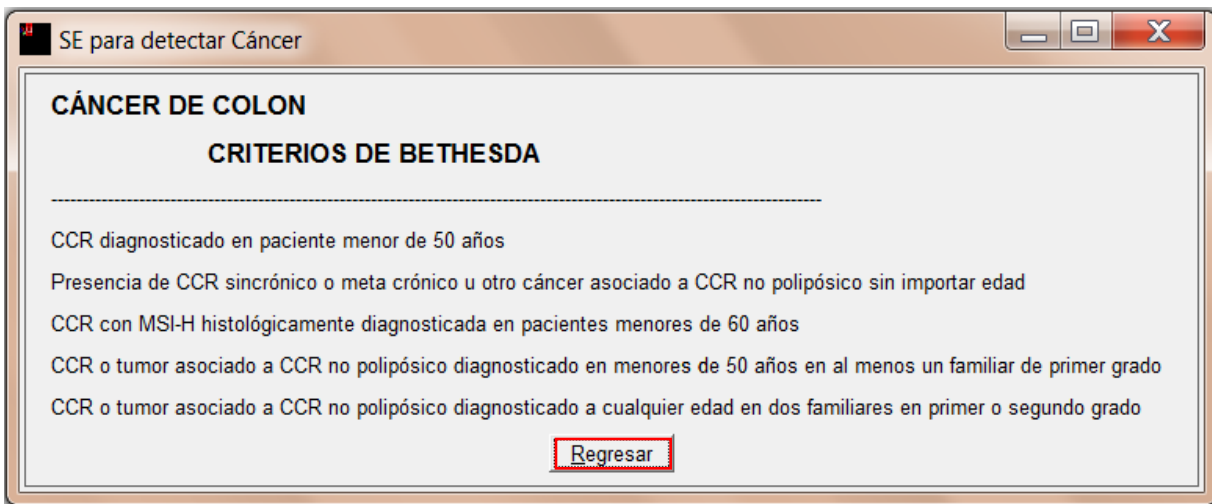


Figura 24. Criterios de Bethesda

Paso 10. Una vez que se han consultado todos los criterios se pasa al nivel siguiente, después de que el paciente ha contestado lo que se le pregunta, como se muestra en la figura 25. En este caso seleccionaremos la opción de al menos un sí.

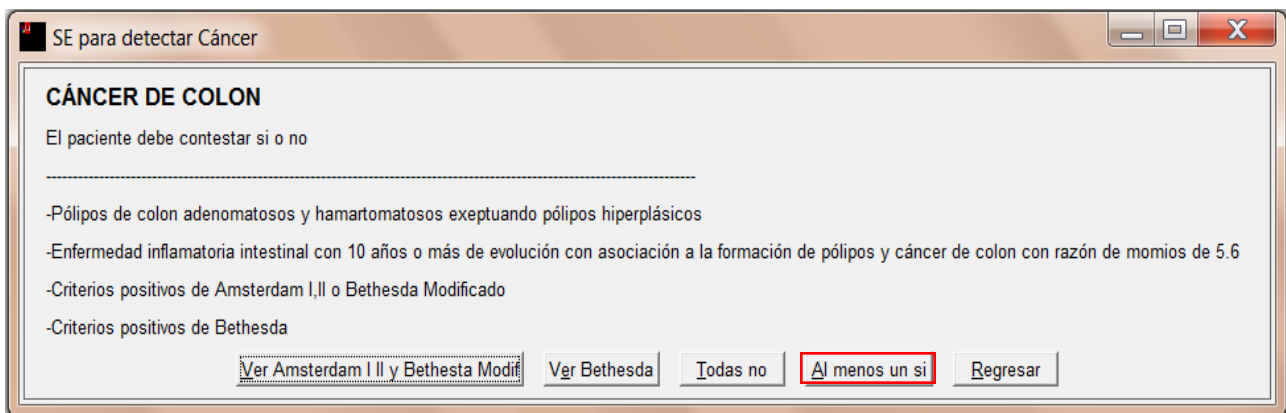


Figura 25. Se puede regresar nuevamente al sistema para continuar con el diagnóstico

Paso 11. Finalmente se despliega el diagnóstico y los análisis que se necesitarán ver figura 26.

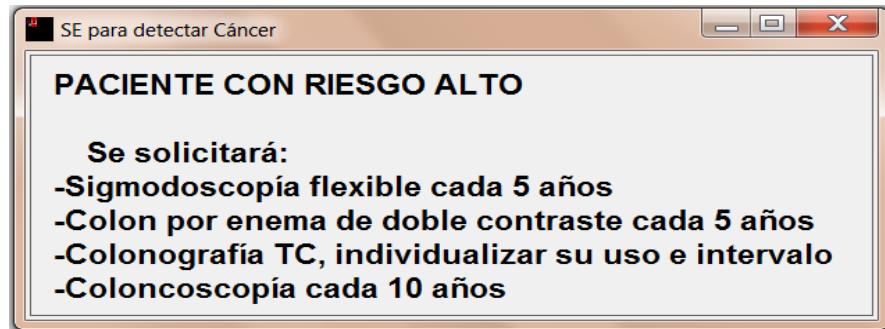


Figura 26. Diagnóstico y análisis que se necesitaran

Capítulo 7

7. PRUEBA REAL

Nombre: Rogelia Martínez

Diagnóstico: Cáncer Cérvico Uterino

Lugar: Hospital General de Cuautla, Morelos

Dirección: Carret. Fed. México-Cuautla Km 98.2

Col. Miguel Hidalgo

Se pidió al médico aplicara el sistema a uno de sus pacientes, este accedió y a continuación se muestran las corridas del sistema.

a) La interfaz mostrada en la figura 27 pide que se elija una opción.



Figura 27. Se elige una opción

b) Se selecciona el sexo del paciente como se muestra en la figura 28, en éste caso se opta por la opción: mujer.

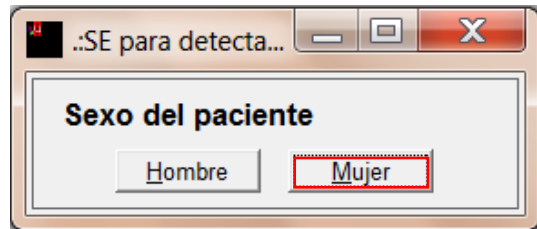


Figura 28. Sexo del paciente.

c) Se pide que se elija el rango de edad como se muestra en la figura 29, para éste caso se selecciona la opción: de 36 a 39.

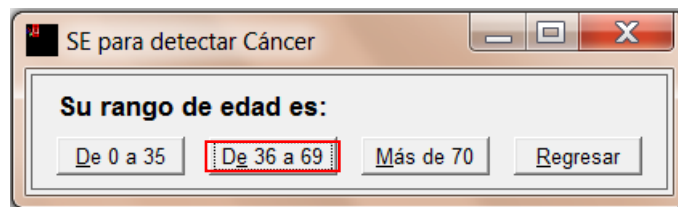


Figura 29. Rango de edad.

d) Debido a que las mujeres en éste rango de edades son más propensas a presentar los 3 tipos de cáncer se desplegará la ventana que se muestra en la figura 30, se selecciona cuál se quiere detectar primero, en este caso se aplicará la encuesta de: Cáncer cérvico uterino.

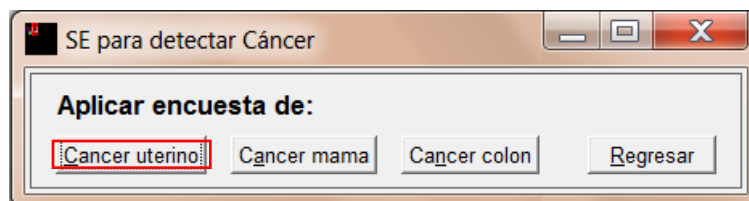


Figura 30. Se selecciona el tipo de cáncer a detectar.

e) Se despliega una ventana con los factores de riesgo como se muestra en la figura 31, misma que se aplicó a la paciente, ésta contestó afirmativo al menos a un riesgo.

SE para detectar Cáncer

CANCER UTERINO

El paciente debe contestar si o no

- Mujer menor de 30 sin antecedente de control citológico
- Mujer inmunocomprometida
- Mujer que utiliza anticonceptivos orales
- Infección con el VPH
- Antecedente de pareja sexual masculina infectada por VPH
- Antecedentes de ITS
- Múltiples parejas sexuales
- Inicio de relaciones sexuales a temprana edad
- Mujer con VIH
- Deficiencia de ácido fólico
- Tabaquismo
- Nivel socioeconómico bajo
- Sangrado intermenstrual
- Sangrado postcoital
- Sangrado posmenopáusico
- Apariencia anormal del cervix
- Descarga vaginal
- Dolor pélvico

Figura 31. Factores de riesgo para CCU

f) Si se dió al menos un sí, entonces aparecerá la ventana que se muestra en la figura 32, en donde debe especificar las condiciones de la paciente, en este caso elegimos la opción: resultados en general

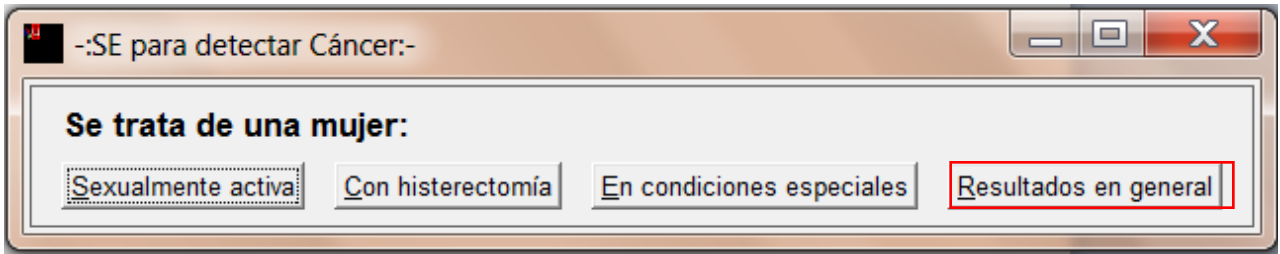


Figura 32. Se selecciona resultados en general

g) Aparece la ventana que se muestra en la figura 33, en donde se le pregunta a la paciente si esta inmunocomprometida, su respuesta fue que no

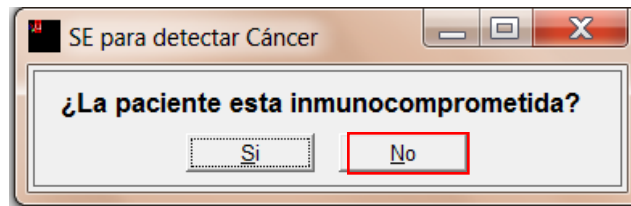


Figura 33. Paciente esta inmunocomprometida

h) Si la paciente no está inmunocomprometida se le preguntara si tiene más de 69 años (ver fig. 34), en este caso la paciente tiene una edad de 46 años, por lo tanto su respuesta fue no.

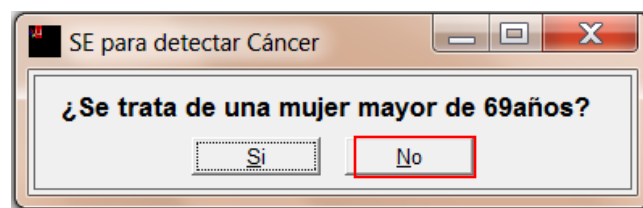
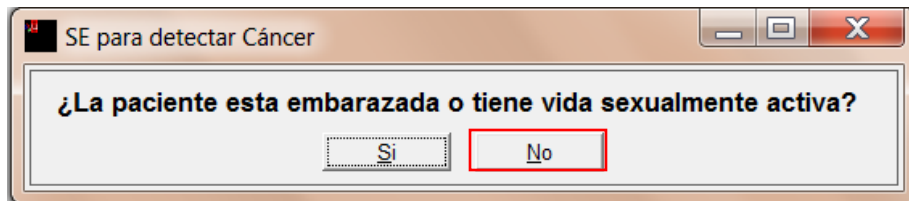


Figura 34. ¿Paciente mayor de 69 años?

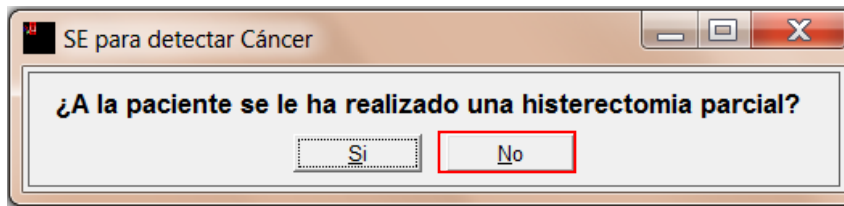
i) A continuación se le preguntó a la paciente si tenía vida sexual activa a lo cual contestó que no, como se ve en la figura 35.



The screenshot shows a window titled "SE para detectar Cáncer". The main text inside the window asks: "¿La paciente esta embarazada o tiene vida sexualmente activa?". Below the question are two buttons: "Si" and "No". The "No" button is highlighted with a red border, indicating it is the selected response.

Figura 35. Mujer embarazada ni tiene una vida sexual activa

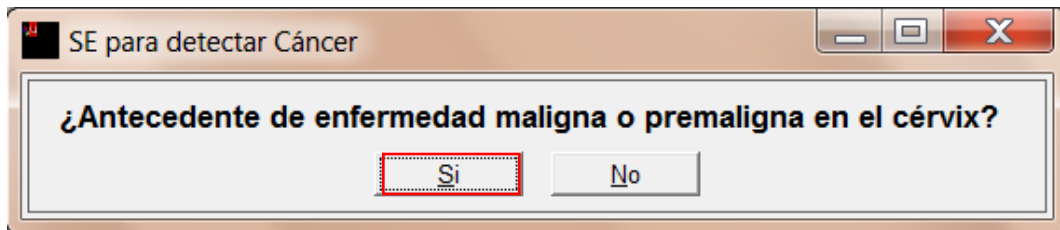
j) Se le preguntó a la paciente si le habían realizado una histerectomía a lo cual respondió que no (figura 36).



The screenshot shows a window titled "SE para detectar Cáncer". The main text inside the window asks: "¿A la paciente se le ha realizado una histerectomia parcial?". Below the question are two buttons: "Si" and "No". The "No" button is highlighted with a red border, indicating it is the selected response.

Figura 36. La paciente no tiene histerectomía

k) A continuación se le preguntó a la paciente si tenía antecedentes de enfermedades malignas en el cérvix, a lo que dijo que sí como se muestra en la figura 37.



The screenshot shows a window titled "SE para detectar Cáncer". The main text inside the window asks: "¿Antecedente de enfermedad maligna o premaligna en el cérvix?". Below the question are two buttons: "Si" and "No". The "Si" button is highlighted with a red border, indicating it is the selected response.

Figura 37. Antecedentes de enfermedad en el cérvix

i) Finalmente el sistema arroja el resultado, como se puede ver en la figura 38.



Figura 38. Diagnóstico Final

En base al sistema, el médico mandó a hacer los análisis pertinentes, con los cuales se corroboró que a la paciente se le detectó cáncer cérvico uterino en una etapa avanzada por lo cual ya se encuentra en tratamiento de quimioterapia, radiación y por lo avanzado del cáncer, puede radicar en una histerectomía vaginal o en un caso más agresivo una histerectomía radical, esto es la extracción del cuello uterino, el útero y parte de la vagina como se puede ver en la figura 39 en la parte derecha, ésta imagen también ilustra lo que es una histerectomía parcial en la cual se extirpa sólo la parte superior del útero (parte superior izquierda), y una histerectomía total se extirpa todo el útero y el cuello uterino (parte inferior izquierda).



Figura 39. Tipos de histerectomía

8. CONCLUSIONES

Al ver cómo se encuentra la atención en los hospitales, los cuales son ineficientes (por decirlo de alguna manera), los tiempos en que se atiende a un paciente suelen ser de meses, esto es muy peligroso al tratarse del tema que se está abarcando el cual es el Cáncer, ya que hay pacientes que llegan ya con el padecimiento avanzado por lo cual es muy difícil darles un seguimiento y un tratamiento adecuado, o por el contrario su detección oportuna, pues no tienen esa facilidad de un seguimiento oportuno, es por eso que se necesitan herramientas computacionales para darles un tratamiento adecuado.

En éste trabajo de tesis se muestra la aplicación de este tipo de herramientas en pro de la salud humana, así mismo queda demostrada la importancia y el valor de los sistemas expertos, ya que estos sistemas permiten disminuir los tiempos de espera que se ve reflejado en un diagnóstico oportuno y por consiguiente, en el bienestar de la sociedad.

9. BIBLIOGRAFÍA

[1]CASTILLO ENRIQUE; GUTIÉRREZ JOSÉ MANUEL; S. HADI ALI: Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas

[2]DE ÁVILA RAMOS JORGE. Op. cit.: Seminario de desarrollo de proyectos de Investigación. Equipo Centuria. Disponible en: http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/sist_expe/

[3]GONZALEZ AYALA, LUIS ENRIQUE. Sistemas Expertos, <http://www.prodigyweb.net.mx/enrayala/Sistemas.htm>

[4]ORENGA Y ORTEGA, J.M. y SANCHEZ Y BELTRAN, J.P. *"Prolog-Introducción a la Programación de los Sistemas Expertos"*, Rama, Madrid, 1987

[5]<http://es.scribd.com/doc/37366091/17/SISTEMA-EXPERTO-VS-SISTEMA-CLASICO>

[6]JUAN JOSE SAMPER MARQUEZ, Sistemas expertos. Del conocimiento al poder,. <http://www.psychologia.com/articulos/ar-jsamper01.htm#que>

[7]ARRIOJA LANDA COSSIO NICOLAS: Inteligencia Artificial. – 1ª ed.-Banfield – Lomas de Zamora: Gradi, 2007

[8]PALMA MENDEZ JOSE T.; MARÍN MORALES ROQUE: Inteligencia Artificial, Técnicas, métodos y aplicaciones, edit. Mc Graw Hill, 2008

[9]<http://elvex.ugr.es/decsai/iaio/slides/A2%20Expert%20Systems.pdf>

[10]W. HODGES GABBAY AND F. GUENTHNER. Elementary predicate logic. In D.M. editors. Handbook of Philosophical Logic, volume 1. Kluwer Academic Press, 1983. Reimpresión en 1994.

[11]RUSSELL STUART; NORVIG PETER: Inteligencia Artificial, Un enfoque moderno, (Ed. Prentice Hall, México DF), 1996.

[12]JUAN FAUSTO, Fundamentos de Lógica Computacional, (Ed. Trillas, México DF), 2000.

[13] <http://www.cancer.gov.co/documentos/Cartillas/Elcancer.pdf>

[14]Organización Panamericana de la Salud. Gen Salud. Cáncer Cervicouterino. [Internet] 2004. Disponible en: www.paho.org/Spanish/DPM/GPP/GH/Cervical/cancersp.PDF.

[15]Program for Appropriate Technology in Health. Natural History of Cervical Cancer: Even In Infrequent Screening of Older Women Saves Lives. Cervical Cancer Prevention Fact Sheet. PATH; [Internet] noviembre 2012 Disponible en: <http://www.path.org>.

[16]Instituto Nacional de las Mujeres. Salud. Disponible en: <http://estadistica.inmujeres.gob.mx/myhpdf/101.pdf>

[17]Organización Panamericana de la SALUD. Situación del CaCu en la América. PAHO: [Internet] 2002. Disponible en: www.paho-org/Spanish/ad/dpc/nc/cancer

[18]URRUTIA MT, POUPIN L, CONCHA X, VIÑALES D, IGLESIAS C y REYES V. ¿Por qué las mujeres no se toman el Papanicolaou? Barreras percibidas por un grupo de mujeres ingresadas al programa de cáncer Cervicouterino. Rev Chil Obstet Ginecol, 2006; 73(2): 98-103

[19]DICLEMENTE, R.J., DURBIN, M., & SIEGEL, D. Determinants of condom use among junior high school students in a minority, inner-city school district. Pediatrics, 1992; 89(6): 197-202

[20]UBELL E. Sex-education programs that work-and some that don't. Parade Magazine, 1995; 12(2): 18 - 20

[21]AUERBACK A, HOFFMAN M, NEWGARD KW, Ramer BS, Teur L & McIlrenna T. Symposium of "sexual idiosyncrasies". Med. Aspects Hum. Sexuality, 1976; 2: 70 – 99.

[22]National Cancer Institute. El cáncer de cervix. Disponible en: <http://cancer.net.nci.nih.gov/español/sabersobre/cervix/page23>.

[23]Secretaría de Salud. Información para la rendición de cuentas. Salud México 2002. México: SSa; 2003.

[24]COLLYAR DE. Breast cancer: a global perspective. J Clin Oncol 2001;19:101-105

[25]Secretaría de Salud. Tratamiento gratuito para personas que padecen cáncer de mama. Comunicado de prensa 058. México: SSa; 2005. Disponible en http://www.salud.gob.mx/ssa_app/noticias/datos/2005-02-12_1207.html

[26]Secretaría de Salud. Registro histopatológico de neoplasias malignas. México: Dirección General de Epidemiología, SSA; 2001.

[27]LÓPEZ-RÍOS O, LASCANO-PONCE EC, TOVAR-GUZMAN V, HERNÁNDEZ-ÁVILA M. La epidemia de cáncer de mama en México. ¿Consecuencia de la transición demográfica? Salud Publica Mex1997;39(4):259-265.

[28]GÓMEZ-DANTÉS H, VÁZQUEZ-MARTÍNEZ JL, FERNÁNDEZ-CANTÓN S. Detección de cáncer de mama en las mujeres derechohabientes del IMSS. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. Documento técnico. Dirección de Prestaciones Médicas. México: IMSS; Disponible en <http://www.imss.gob.mx/dpm/dties//DTIES.aspx?Ser=SRV01&OPC=opc06&>

[29] Secretaría de Salud. Compendio del Registro Histopatológico de Neoplasias Malignas en México. Morbilidad. Regionalización 1993-1996 y mortalidad, años de vida potencialmente perdidos, 1985-1995. México: Dirección General de Epidemiología, SSA; 1998

[30]Collaborative Group on Hormonal Factors in Breast Cancer. Breast cancer and hormone replacement therapy: collaborative reanalysis of data from 51 epidemiological studies of 52 705 women with breast cancer and 108 411 women without breast cancer. Lancet 1997;350:1047-1059.

[31]SANT M, ALLEMANI C, BERRINO F, COLEMAN MP, AARELEID T, CHAPLAIN G et al. Breast carcinoma survival in Europe and the United States. Cancer 2004;100(4):715-722.

[32]JATOI I. Breast cancer screening. Am J Surg 1999;177:518-524.

[33]HUMPHREY LL, CHAN BKS, DEGLEFSEN S, HELFAND M. Screening for breast cancer. Systematic Evidence Review 15. Disponible en <http://www.ahrq.gov/clinic/serfiles.htm>

[34]SASLOW D, HANNAN J, OSUCH J, ALCIATI MH, BAINES C, BARTON M et al. Clinical breast examination: practical recommendations for optimizing performance and reporting. CA Cancer J Clin 2004;54(6):327-344

[35]http://www.cvsp.cucs.udg.mx/guias/TODAS/IMSS_145_08_CANCER_DE_CO LON_Y_RECTO_NO_HEREDITARIO/IMSS_145_08_EyR.pdf

[36]Diccionario de términos médicos de la real academia nacional de medicina, Disponible en: <http://dtme.ranm.es/index.aspx>

10. ANEXOS

Autoexploración mamaria

La autoexploración mamaria consiste en la observación y palpación que la mujer hace de sus mamas. El objetivo es detectar posibles alteraciones en la forma o tamaño normal de los pechos.

La realización de autoexploraciones es recomendable a partir de los 20 años. Como normas generales a la hora de llevar a cabo correctamente este hábito hay que tener en cuenta lo siguiente:

- La autoexploración debe realizarse mensualmente, 7-10 días después de la menstruación, ya que durante la regla o en los días previos es normal que las mamas estén más hinchadas o doloridas.
- Si ya no se tiene la regla o se está embarazada, se recomienda realizar la autoexploración una vez al mes, intentando que sea siempre el mismo día del mes.
- Si se está dando el pecho, se debe realizar la exploración el mismo día de cada mes después de dar el pecho (para que los pechos no estén llenos de leche).
- Si hay implantes mamarios, también es recomendable realizar la autoexploración una vez al mes. En este caso el cirujano puede ayudar a distinguir el implante del tejido mamario.

Inspección manual de pie



Con una buena iluminación y frente al espejo coloque sus manos detrás de la cabeza y eleve los codos. Observe ambos senos, su forma, tamaño y si hay masas (bulto) o depresiones (hundimientos), cambios en la textura y coloración de la piel y posición del pezón

Para examinar su mama derecha, coloque su mano derecha detrás de la cabeza elevando el codo



Con su mano izquierda, con la yema de los dedos, presione suavemente con movimientos circulares

Continúe dando vuelta a la mama como las agujas del reloj.

Palpe toda la superficie completa de la mama, determine la presencia de masas o dolor.



Examine el pezón, siempre igual posición con su dedo pulgar e índice, presiónelo suavemente, observe si hay salida de secreción o sangrado

Ahora examine su mama izquierda, siguiendo los pasos anteriores.

Examine la axila con la yema de los dedos y movimientos circulares tratando de determinar la presencia de masas



Para examinar su mama izquierda, coloque su mano izquierda detrás de la cabeza elevando el codo, siga los pasos anteriores

Inspección manual recostada

Acuéstese y coloque una almohada o un trapo grueso doblado bajo su hombro derecho.

Para examinar su mama derecha, coloque su mano derecha detrás de la cabeza elevando el codo





Con la mano izquierda, con la yema de los dedos, presione suavemente con movimientos circulares

Continúe dando vuelta a la mama

Palpe toda la superficie en busca de una masa o zona hundida

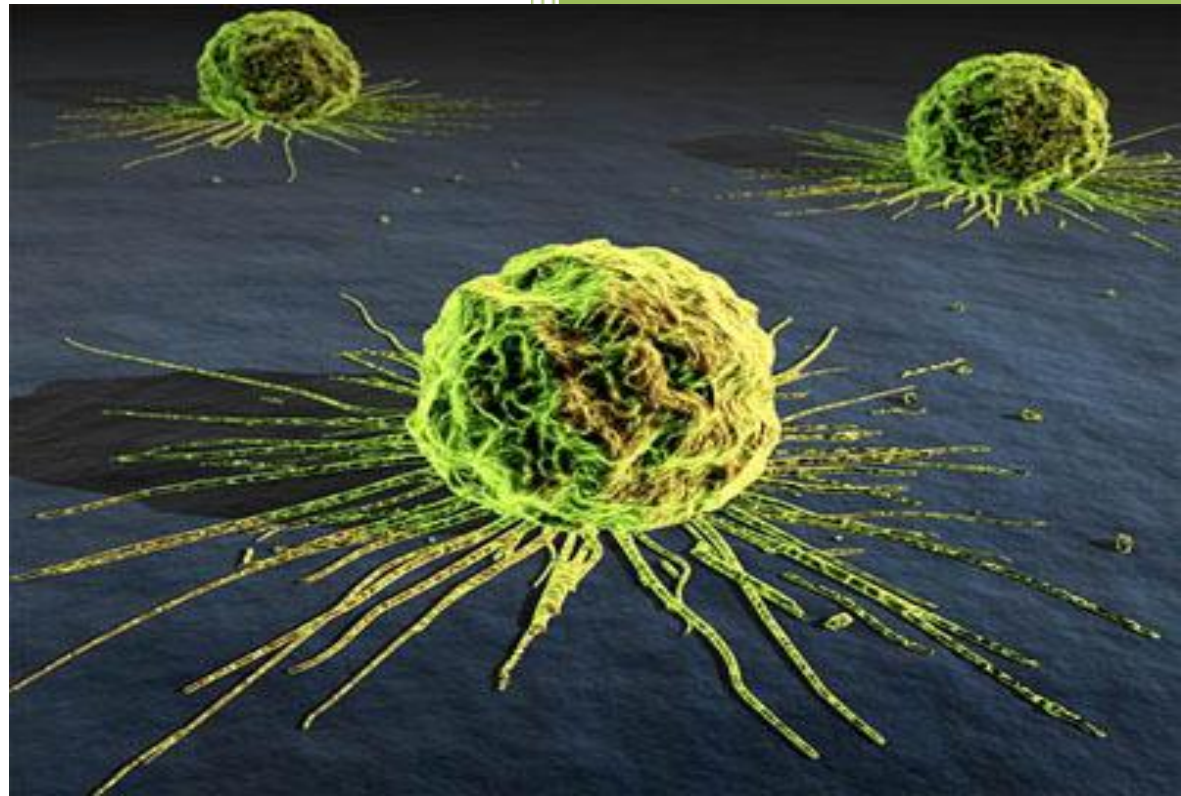


Para examinar su mama izquierda, coloque su mano izquierda detrás de la cabeza elevando el codo y siga los pasos anteriores

APÉNDICE A
MANUAL DE USUARIO

Magali Ávila

MANUAL DE USUARIO



*SISTEMA EXPERTO BASADO EN
REGLAS PARA LA DETECCIÓN DE
CÁNCER*

(en su primer nivel de atención)

BUAP-FCC

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	106
OBJETIVO DE ESTE MANUAL	106
DIRIGIDO A.....	107
LO QUE DEBE CONOCER.....	107
CONVENCIONES DEL USO DEL TECLADO.....	108
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	109
PASOS PARA ENCENDER LA COMPUTADORA.....	109
CÓMO INSTALAR EL SISTEMA EXPERTO PARA DETECTAR DIVERSOS TIPOS DE CÁNCER	110
CÓMO ACCEDER AL SISTEMA EXPERTO PARA DETECTAR DIVERSOS TIPOS DE CÁNCER	111
OPERACIÓN DEL SISTEMA	112
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	114

INTRODUCCIÓN

En este documento se describirá los objetivos e información clara y concisa de cómo utilizar el **SE Para Detectar Diversos Tipos de Cáncer** y su funcionamiento.

El **SE Para Detectar Diversos Tipos de Cáncer** fue creado por la C. Magali Ávila con el objetivo de brindar facilidades al Médico para consultar el estado de un paciente con riesgo de padecer alguno de los 3 principales tipos de cáncer. Es de mucha importancia consultar este manual antes y/o durante la visualización del sistema, ya que lo guiará paso a paso en el manejo de las funciones en él.

Con el fin de facilitar la comprensión del manual, se incluye gráficos explicativos.

OBJETIVO DE ESTE MANUAL

El objetivo primordial de éste Manual es ayudar y guiar al usuario a utilizar el **SE Para Detectar Diversos Tipos de Cáncer** obteniendo información médica deseada para poder detectar los 3 tipos de cáncer; y comprende:

- Guía para acceder al **SE Para Detectar Diversos Tipos de Cáncer**.
- Conocer cómo utilizar el sistema, mediante una descripción detallada e ilustrada de las opciones.
- Conocer el alcance de toda la información por medio de una explicación detallada e ilustrada de cada una de las páginas que lo conforman.

DIRIGIDO A




Este manual está orientado a una parte de los Usuarios Finales involucrados en la etapa de Operación del **SE Para Detectar Diversos Tipos de Cáncer**, es decir para médicos en general, estudiantes en medicina, docentes de medicina, que van a interactuar directamente con el **SE Para Detectar Diversos Tipos de Cáncer**.

LO QUE DEBE CONOCER

Los conocimientos mínimos que deben tener las personas que operarán el sistema y deberán utilizar este manual son:

- Conocimientos básicos de Computación.
- Conocimientos de Medicina.
- Conocimiento básico de Windows o cualquier otro sistema operativo.

CONVENCIONES DEL USO DEL TECLADO

TECLA	SIGNIFICADO
<p>Teclas de método abreviado</p> 	<p>Teclas que se utilizan como método abreviado para ejecutar un proceso.</p> <p>Por Ejemplo:</p> <p>F1 para mostrar la ayuda.</p>
<p>Tecla Enter</p> 	<p>Tecla utilizada para ejecutar un proceso. Si en el manual dice "Presionar Enter".</p>
<p>Teclas Direccionales</p> 	<p>Puede utilizar las teclas direccionales para moverse (Izquierda, Derecha, Arriba, Abajo) en los diferentes elementos de un control de la pantalla, un elemento a la vez.</p>
<p>Otras Teclas</p>	<p>Adicionalmente puede utilizar otros elementos del teclado.</p> <p>Por Ejemplo:</p> <p>SHIFT + TECLA es utilizado para que se active la función que está graficada en la parte superior de TECLA, siempre que ésta cumpla mínimo dos funciones.</p> <p>CTRL + ENTER es utilizado para acceder a una página web sin ingresar www., ya que al combinar estas teclas permiten mandar a ejecutar la búsqueda de la Página ubicando automáticamente el www.</p>

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El desarrollo de éste proyecto (dentro de la parte de software) se efectuó utilizando SWI-PROLOG, una implementación opensource del lenguaje de programación PROLOG que cuenta con una rica conexión de bibliotecas que facilitan el desarrollo de aplicaciones.

La versión actual del software (1.0) requiere para su óptimo funcionamiento:

- Windows 98 o posterior
- 128 MB en RAM
- 50 MB de disco duro como mínimo.

Actualmente se trabaja para que en el futuro dicha pieza de software pueda ser portada con éxito a GNU-Linux y otros sistemas operativos.

PASOS PARA ENCENDER LA COMPUTADORA

1. Encienda el **C.P.U.** presionando el botón **Power**. (Ver Figura No.1).
2. Encienda el **Monitor** presionando el botón **Power**. (Ver Figura No. 1)



Figura No. 1 – Botones de Encendido del Computador

3. Espere mientras carga el Sistema Operativo. La apariencia de la pantalla mientras se carga el sistema es de un color negro y se aprecia la frase iniciando Windows.
4. Automáticamente aparecerá la pantalla de Windows. La pantalla de Windows puede ser de varios tipos o diseños.

CÓMO INSTALAR EL SE PARA DETECTAR DIVERSOS TIPOS DE CÁNCER

1. Primero debes crear una carpeta en tu unidad C:\ llamado programa.
2. Dentro de C:\programa descomprimes todos los archivos de programa.rar
3. Descarga

* swi prolog:

<http://www.swi-prolog.org/download/stable/bin/w32pl5100.exe>

* swi prolog editor:

<http://download.bildung.hessen.de/lakk/netzwerk/faecher/informatik/s>

wiprolog/setup.zip

- Instala primero el swi prolog

- Luego dentro de setup.rar, que es el instalador del swi prolog editor, dale doble clic al archivo setup.exe

- Siguiente, siguiente y listo.

4. Abre el swi prolog editor y asegúrate de cerrar todos los archivos anteriormente trabajados haciendo clic en menú Archivo y cerrar todo.

CÓMO ACCEDER AL SE PARA DETECTAR DIVERSOS TIPOS DE CÁNCER

1. Abre el archivo cancer.pro que está en C:\ llamado programa y luego en menú iniciar, dar clic a consultar.
2. Una vez que puso en la parte inferior, en el editor de consultas, sin comillas: "iniciar." Aparecerá una pantalla como lo muestra la Figura No. 2
3. Listo, tenemos nuestro sistema experto ejecutándose.



Figura No. 2 – Ventana principal del sistema

OPERACIÓN DEL SISTEMA

El **SE Para Detectar Diversos Tipos de Cáncer** cuenta con las siguientes opciones que a continuación detallamos. (Ver Figura No. 3)

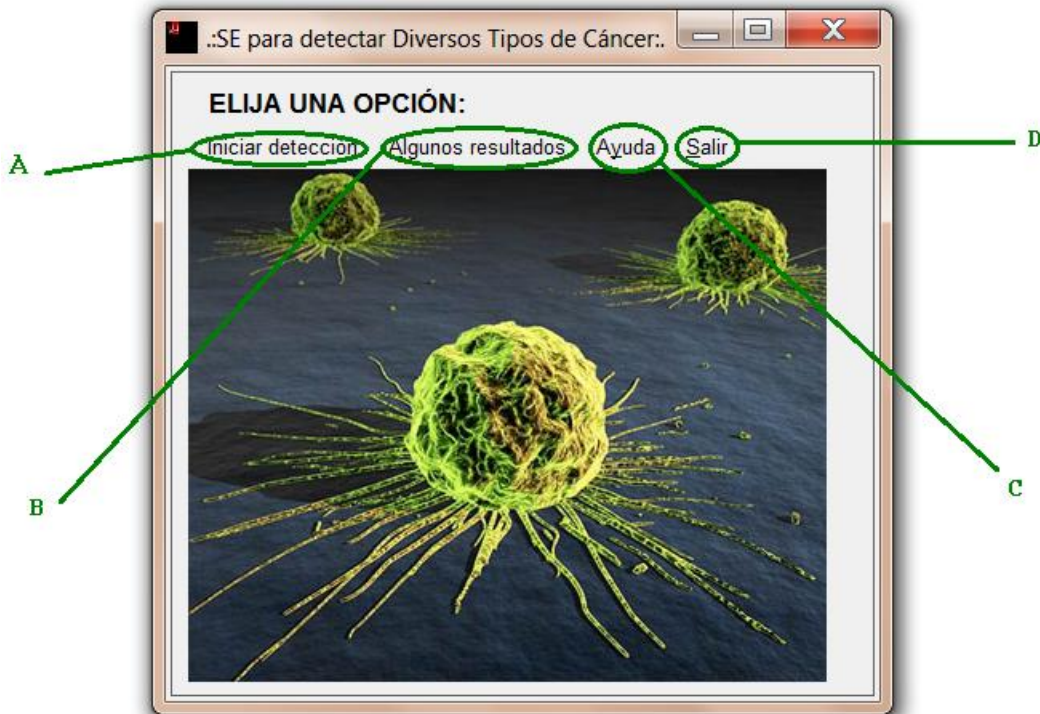


Figura No. 3 – Componentes de ventana principal del sistema

- A. Esta opción nos desplegará una ventana en donde iniciaremos la detección de cáncer en el paciente, el sistema inicia preguntando el sexo del paciente (ver figura No. 4).

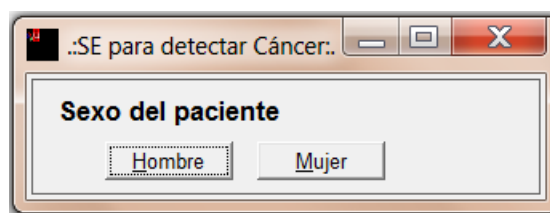


Figura No. 4 – Menú "Iniciar detección".

- B. En esta opción nos desplegara algunos resultados de los análisis, para guiar al médico en su diagnóstico (ver figura No. 5).

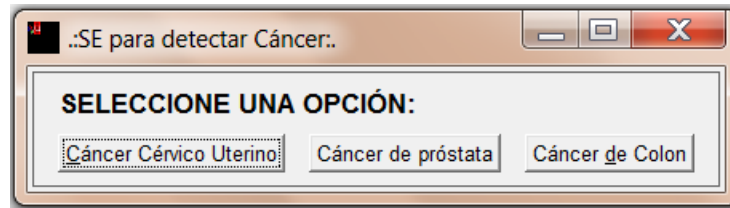


Figura No. 5 Menú "Algunos Resultados".

- C. Nos mostrara los autores del sistema y sus mail por alguna pregunta o sugerencia (ver figura No. 6).

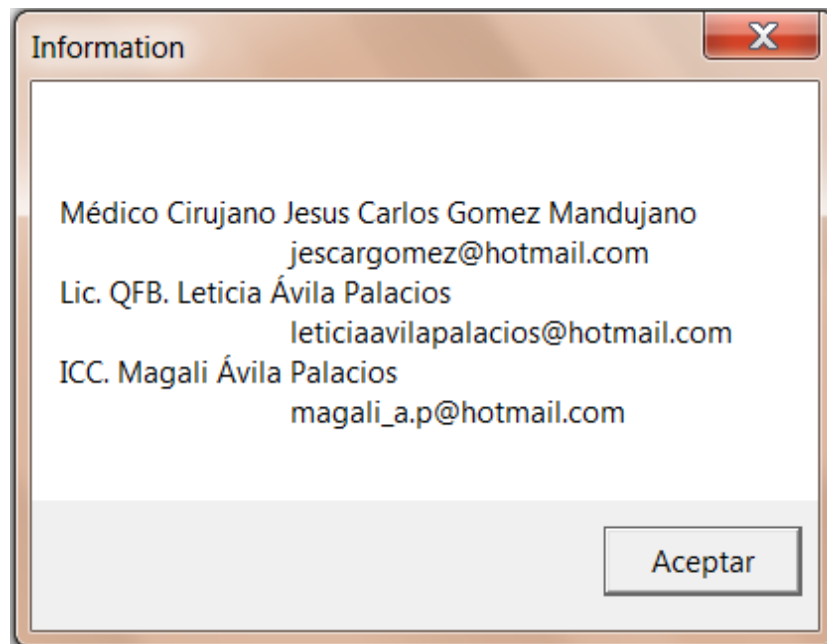


Figura No. 6 –Menú "ayuda".

- D. Se sale del sistema.

ANEXOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Algunos términos utilizados a lo largo del sistema [36]:

A

Adenomas: es un tumor epitelial benigno cuya estructura interna es semejante a la de una glándula.

Antígeno: es una sustancia que desencadena la formación de anticuerpos y puede causar una respuesta inmunitaria. La definición moderna abarca todas las sustancias que pueden ser reconocidas por el sistema inmune adaptativo, bien sean propias o ajenas. Los antígenos son usualmente proteínas o polisacáridos

B

Bi-rads: son las siglas del inglés Breast Imaging Report and Database System, una herramienta radiográfica para garantía de calidad durante los reportes e interpretaciones de mamografías.

C

Cefaleas: dolores y molestias localizadas en cualquier parte de la cabeza, en los diferentes tejidos de la cavidad craneana, en las estructuras que lo unen a la base del cráneo, los músculos y vasos sanguíneos que rodean el cuero cabelludo, cara y cuello. En el lenguaje coloquial cefalea es sinónimo de dolor de cabeza.

Citológico: (examen) Es un examen que se utiliza para detectar cáncer y enfermedades inflamatorias de las vías urinarias.

D

Disfonía: es el nombre que recibe todo trastorno de la voz cuando se altera la calidad de ésta en cualquier grado exceptuando el total, en cuyo caso se denomina afonía. Las disfonías pueden ser de varios tipos según su etiología y manifestaciones clínicas.

Displasia: anormalidad en el aspecto de las células debido a alteraciones en el proceso de maduración de las mismas. Las células displásicas han experimentado

proliferación y alteraciones atípicas que afectan a su tamaño, forma y organización. Esto puede ser indicativo de que se encuentran en una fase de evolución temprana hacia la transformación en una neoplasia. Por lo tanto la displasia es un cambio pre-neoplásico o precanceroso.

E

Eczema: afección dermatológica (de la piel), caracterizada por una inflamación que presenta diversas lesiones como: eritema, vesículas, pápulas y exudación. Se caracteriza por un enrojecimiento de la zona afectada seguida de una fuerte picazón; puede esparcirse fácil y rápidamente a otras áreas del cuerpo.

Enema: procedimiento de introducir líquidos en el recto y el colon a través del ano.

G

Guayaco: examen de laboratorio realizado en heces diseñado para la detección de sangre oculta en su interior.

H

Hamartomatosos: pólipo juvenil

Hematocrito: es un examen de sangre que mide el porcentaje del volumen de toda la sangre que está compuesta de glóbulos rojos. Esta medición depende del número de glóbulos rojos y de su tamaño.

Hepatomegalia: es la inflamación del hígado más allá de su tamaño normal. Si tanto el hígado como el bazo están agrandados, esto se denomina hepatoesplenomegalia.

Hiperplasia: es el aumento en la producción de células en un órgano o tejido normal. Puede ser un signo de cambios anormales o precancerosos, lo cual se denomina hiperplasia patológica.

Histerectomía: una histerectomía es una operación para extraer el útero de una mujer. El útero es el lugar donde crece el bebé durante el embarazo. Algunas veces, también se extirpan los ovarios y las trompas de Falopio.

I

Inmunocomprometida: es aquel que, por su enfermedad de base, tiene alterado uno o algunos mecanismos de defensa, fenómeno que lo hace susceptible a infecciones oportunistas.

Intermenstrual: que sobreviene entre las menstruaciones.

L

Linfadenopatía: hinchazón de los ganglios linfáticos - órganos en forma de frijol que se encuentran debajo de la axila, en la ingle, en el cuello, en el pecho y en el abdomen, y que actúan como filtros del líquido linfático a medida que éste circula por el cuerpo. La linfadenopatía puede producirse en una sola región del cuerpo como por ejemplo, el cuello, o puede ser generalizada, es decir, se incrementa el tamaño de los ganglios linfáticos en diversas regiones. Los ganglios linfáticos cervicales, que se encuentran en el cuello, son el lugar más frecuente de linfadenopatía.

M

Mastalgia: dolor que se presenta en las glándulas mamarias.

Mastitis: proceso infeccioso de la mama que habitualmente produce dolor, rubor y calor locales, junto con reacciones generales como fiebre malestar y, a veces, náusea y vómitos. La definición actual incluye fiebre de 38,5° o más, escalofríos, síndrome gripal, malestar generalizado y una zona triangular hinchada, rosada o roja, dolorosa y caliente en el pecho.

Menarca: primera menstruación. Suele aparecer entre los 13 y 16 años, dependiendo de factores genéticos y ambientales.

N

Nódulo: pequeña agrupación de células. Los nódulos pueden formarse en tendones y en músculos en respuesta a una lesión. Las cuerdas vocales también pueden desarrollar nódulos. Los nódulos son normalmente benignos e indoloros, aunque pueden afectar el funcionamiento de órganos.

Nuliparidad: ausencia de partos previos en una mujer

P

Papiledema: inflamación de la papila óptica por aumento de la presión intracraneal, generalmente bilateral

Pólipos: crecimiento del tejido de la membrana de una mucosa. Normalmente es de tipo benigno. Suelen aparecer en la nariz, los senos de la cara, el estómago y el intestino.

Pólipos hiperplásicos: también denominados metaplásicos, constituyen el 10-30% de todos los pólipos colónicos identificados mediante colonoscopia o en

estudios necrópsicos. Son más frecuentes en personas de edad avanzada y suelen localizarse en la parte distal del colon y en el recto. Su aspecto macroscópico es indistinguible del de los adenomas, pero microscópicamente se comprueban criptas elongadas de contornos aserrados y un epitelio con ausencia total de atipias. Dada la elevada prevalencia de pólipos adenomatosos e hiperplásicos en el recto y sigma, no constituye una rareza observar la presencia simultánea de ambos tipos de lesiones. A pesar de no poseer capacidad de transformación neoplásica per se, se han descrito casos de pólipos hiperplásicos con focos de adenoma e, incluso, de carcinoma.

Postcoital: después del coito.

S

Sigmoidoscopia: la sigmoidoscopia es un procedimiento médico que implica el uso de una herramienta llamada sigmoidoscopio para examinar el colon sigmoide, la parte inferior del colon.

Sincope: llamado también desmayo o soponcio es la pérdida brusca de conciencia y de tono postural, de duración breve, con recuperación espontánea sin necesidad de maniobras de reanimación. Presíncope es la sensación de atenuación de la conciencia, sin llegar a perderla. No se debe confundir con la lipotimia, ya que ésta es un «desvanecimiento» sin pérdida de la conciencia.

T

Tamizaje: es el uso de una prueba sencilla en una población saludable, para identificar a aquellos individuos que tienen alguna patología, pero que todavía no presentan síntomas.

Cartas de aceptación de los expertos humanos