



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE POSGRADOS  
**PRESENTACIÓN PROPUESTA**

TESIS DE MAESTRÍA:  TRABAJO FINAL DE ESPECIALIZACIÓN:

1. PROPONENTE: Edwin Andrés Bernal López
2. CÓDIGO: 299626
3. PROGRAMA: Maestría en Ingeniería - Ingeniería de Sistemas y Computación
4. DIRECTOR PROPUESTO: Gabriel Longui (Neonatólogo).
5. DEPARTAMENTO: Ingeniería de Sistemas e Industrial
6. ASESORES:
7. TÍTULO: Sistema Prototipo de Entrenamiento Pediatra Para el Proceso de Adaptación Neonatal
8. ÁREA: Sistemas Inteligentes
9. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Ingeniería del Software, Sistemas Inteligentes
10. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN:

La medicina a través del tiempo ha sufrido un proceso de especialización, dividiendo su conocimiento en varias áreas, para de esta manera abordar de forma concreta y precisa los problemas que se presentan en niveles específicos de cada una de estas áreas. En términos generales estos problemas, hacen referencia particularmente a enfermedades identificables dentro del área, por ello el diagnóstico médico juega probablemente uno de los papeles más importantes dentro del campo médico.

Uno de los inconvenientes más importantes en el proceso del diagnóstico médico es la subjetividad del especialista o experto que lo realiza; este hecho se hace notar en particular en actividades de reconocimiento de patrones, donde la experiencia del profesional esta directamente relacionada con el diagnóstico final, debido al hecho de que el resultado no depende exclusivamente de una solución sistematizada sino de la interpretación de los síntomas presentados por del paciente.

En términos generales el diagnóstico médico es fundamentalmente el proceso de identificar la enfermedad que esta sufriendo un paciente, para de esta manera poder determinar cual es la mejor forma para tratarla. Para el diagnóstico en general y el diagnóstico médico particularmente, la integración rápida y fácil de conocimiento que pueda reemplazar al conocimiento previo, es un factor fundamental, dado que el diagnóstico médico es un proceso muy complejo, que requiere la recopilación de los datos del paciente, un profundo entendimiento de la literatura médica alrededor del tema y muchos años de experiencia clínica[19], sin embargo un diagnóstico totalmente preciso no puede ser realizado sin antes considerar muchas alternativas. Como resultado de esta incertidumbre las decisiones tomadas por diferentes médicos en diferentes estados del proceso de diagnóstico no siempre son las mismas, dada la diferencia de racionalización hecha por cada médico para cada caso en particular, así se trate del mismo tipo de enfermedad.

Precisamente por las características que presenta el diagnóstico médico, éste ha sido uno de los campos que mayor interés ha desarrollado en las ciencias de la computación y específicamente en el área de la Inteligencia Artificial, dado que mediante ésta se pretende emular la capacidad natural que posee el hombre en la toma de decisiones de cualquier tipo; imitando tanto su modo de aprendizaje como la manera en que basado en dicho conocimiento puede llegar a tomar decisiones; características que son las bases fundamentales para diagnóstico médico. Para este fin la Inteligencia Artificial se apoya haciendo uso de distintas de sus propias ramas, dentro de las cuales se pueden destacar: los sistemas expertos (diagnóstico basado en reglas, probabilidades), lógica difusa (diagnóstico basado en clasificación), redes

neuronales (diagnóstico basado en entrenamiento y reconocimiento), minería de datos en imágenes (diagnóstico mediante el reconocimiento de patrones).

El potencial de Inteligencia Artificial en la medicina ha sido expresado por varios investigadores a través de su historia. Por ejemplo Hoong (1988) resumió el potencial de las técnicas de IA en la medicina así:

- 1 Producción de nuevas herramientas para apoyar la toma de decisiones médicas, entrenamiento e investigación.
- 2 Integración de las actividades médicas, computacionales, científico-cognoscitivas.

Dentro de los sistemas de diagnóstica médico basados en conocimiento se puede encontrar un sistema de diagnóstico médico interactivo que es accesible a través de Internet (Manickam y Abidi, 1999), el razonamiento basado en casos (CBR) fue empleado en éste sistema para poder utilizar el conocimiento específico de experiencias previas, problemas o casos. El sistema puede ser usado por los mismos pacientes para diagnosticarse sin tener para hacer una visita frecuente a doctores.

Los sistemas basados en conocimiento presentan las siguientes características principales en las fuentes relevantes de información de las cuales se puede obtener el conocimiento

- Fuente de conocimiento estática – fuente secundaria: Es rígida porque su contenido no se puede variar. Por ejemplo, un libro, una revista, un artículo o una película.
- Fuente de conocimiento dinámica – fuente primaria: Refleja las características del conocimiento tales como, la variabilidad, el hecho de ser cambiante e inexacto, entre otras. El hombre forma parte de este tipo de fuente y en particular, el experto.

En los últimos años se han hecho varios desarrollos que se mostrarán en la siguiente tabla, resaltando características como el año de publicación, los autores, tipo de técnica de la inteligencia artificial que fue aplicada y el lugar

de publicación y ordenados por el año teniendo en cuenta que los desarrollos a nivel de software en diagnóstico médico y específicamente en el proceso de adaptación neonatal no han sido muy trabajados pues el aporte fundamental es la construcción de manuales guía, exceptuando el último elemento referenciado en la tabla.

Año	Título/Autor	Tipo de Aplicación	Publicación
2000	Mockler, R. J., Dologite, D. G., & Gartenfeld, M. E. ( Medical decisión making and learning)	Basado en Reglas	CAI. Cybernetics and Systems: An International Journal
2001	Tunez, S., Aguila, I. M., & Marin, R. (An expertise model for therapy and diagnostic using abductive reasoning.)	Basado en Reglas	Cybernetics and Systems: An International Journal.
2001	Eugenio Alberdi, Julie-Care Becher, Ken Gilhooly, Jim Hunter et al. (Expertise and the interpretation of computerized Physiological data: Implications for the design of computerized monitoring in neonatal intensive care)	Basado en Conocimiento	International Journal of Human computer studies
2004	Yan, H., Jiang, Y., Zheng, J., Fu, B., Xiao, S., & Peng, C. (The internet-based knowledge acquisition and management method to construct large-scale distributed medical expert system. )	Agentes Inteligentes	Computer Methods and Programs in Biomedicine
2004	M.A.M Reis, N.R.S Ortega y P.S.P Silva (Fuzzy expert system in the prediction of neonatal resuscitation)	Sistema Experto difuso	Brazilian Journal of Medical and Biological research
2004	Amy L Potts, Frederick E Barr, David F Gregory, Lorianne Weight y Neal R (Computerized Physician Order entry and Medication errors in a Pediatric Clinical Care Unit )	Basado en Conocimiento	Pediatrics
2004	Jim Hunter, Gary Ewing, Yvonne Freer, Robert Logie, Paul McCue, Neil McIntosh (NEONATE: Decisi{on Support in the Neonatal Intensive Care Unit –Technical Report)	Basado en Conocimiento	Departamento de ciencias de la computación, Universidad de Aberdeen, Departamento de Neonatology Universidad de Edinburgh.
2005	Christian Fuchsberger , Jim Hunter y Paul McCue (Testing Asbru Guidelines and Protocols for Neonatal Intensive Care )	Basados en Reglas	10 <sup>th</sup> Conference on Artificial Intelligence in Medicine
2006	Neonatal Simulator	Basado en Casos (Algoritmos de la AHANR)	American Heart Association Neonatal Resuscitation

Como se pudo observar en la pequeña síntesis realizada, la mayoría de los desarrollos realizados mediante el uso y aplicación de la Inteligencia Artificial al diagnóstico médico son utilizados exclusivamente del lado del paciente, es decir, esencialmente son usados para verificar la presencia de la enfermedad y en la mayor parte de los casos definir el tratamiento que se debería seguir, de acuerdo con la identificación hecha por el sistema. Pero es de destacar el hecho de que la mayoría de médicos confrontan durante su formación la tarea de aprender a diagnosticar; en ésta fase ellos tienen que resolver el problema de deducir ciertas enfermedades o formular un tratamiento basado en observaciones o especificaciones de conocimiento. Generalmente esta fase

de aprendizaje culmina mediante la aplicación de los conocimientos en lo que se podrían llamar prácticas de campo, en las cuales los médicos ponen en uso la teoría aprendida en los pacientes, pero en muchas ocasiones la mera experiencia teórica previa no es garantía suficiente de que el nuevo médico pueda enfrentar adecuadamente este reto.

Por lo tanto un sistema de simulación que tenga aplicado básicamente el mismo conocimiento necesario para realizar un diagnóstico, con algunas modificaciones prácticas para el caso en particular (casos de ejemplo específico fundamentados en el “conocimiento” que tenga el sistema), sería un apoyo previo muy útil, que complementarí­a el conocimiento teórico de los pediatras, dado que mediante éste sistema se podrían establecer y medir parámetros como eficiencia en la reacción a un problema particular, además de ofrecer conjuntamente una respuesta en tiempo real de las acciones tomadas por el pediatra; aumentando así de manera considerable la curva de aprendizaje y experiencia del pediatra sin poner en “riesgo” a ningún paciente.

#### 11. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:

El diagnóstico médico en general, es un proceso que implica una gran responsabilidad y experiencia (combinación de conocimiento y práctica) por parte del médico que lo realiza, por el hecho de estar comprometiendo en determinados casos la integridad del paciente. Obviamente existen determinados casos en los cuales el riesgo es mucho mayor, casos en los cuales un tiempo de reacción y la correcta aplicación de un tratamiento o procedimiento específico son mucho más determinantes. Un caso tangible es el proceso de adaptación neonatal (conjunto de modificaciones cardiacas y respiratorias principalmente, de cuyo éxito depende fundamentalmente el adecuado paso de la vida intrauterina a la vida en el ambiente exterior) que exige el cumplimiento de un procedimiento sistemático en un periodo de tiempo muy corto (1 a 15 minutos máximo); éste periodo de tiempo es crítico por lo tanto la capacidad de reacción y la elección del procedimiento(s) adecuado(s) es fundamental para garantizar la vida del neonato. Además las circunstancias de este procedimiento son especiales dado que el entrenamiento para los pediatras en casos concretos es demasiado arriesgado para el paciente.

El proyecto tienen como meta fundamental el desarrollo de un sistema de simulación en tiempo real, desarrollado mediante la aplicación del concepto de los sistemas basados en el conocimiento; el cual pueda ser utilizado en el entrenamiento de pediatras en el proceso de adaptación neonatal, ofreciendo una serie de casos de estudio relevantes, inferidos de la base de conocimiento, para de ésta manera enfrentar de forma controlada a los pediatras a ambientes de toma de decisión críticas, del cual obtendrán como resultado un diagnóstico basado en la aplicación del procedimiento, las posibles consecuencias y un procedimiento óptimo que se debió haber seguido para el caso de prueba.

## 12. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

### **General:**

- Desarrollar un modelo específico de conocimiento, el cual mediante la extracción de la información que posee un experto en pediatría, permita generar una base de conocimiento y un motor de inferencia que sirvan para representar los casos y procedimientos más importantes en el proceso de adaptación neonatal, generando la base para un software prototipo para el entrenamiento de pediatras en este campo.

### **Específicos:**

- Realizar una revisión bibliográfica que contextualice el entorno y evolución general de otras aproximaciones realizadas para el problema.
- Recopilar la información necesaria para la construcción de los casos representativos dentro del proceso de adaptación neonatal.
- Formalizar y estructurar el conocimiento recolectado, mediante la construcción de una serie de reglas lógicas que permitan analizar y explicar los casos representativos del proceso de adaptación neonatal.
- Recopilar y generar la base de conocimiento que contendrá los casos que el sistema podrá analizar, evaluar y sugerir basándose en la formalización del conocimiento previa.
- Desarrollar una interfaz de usuario que permita tanto la captura como la visualización de los datos resultantes.

- Generar el motor explicativo que presente resultados en lenguaje claro y adecuado a los pediatras.
- Validar los resultados obtenidos por el proyecto (diagnósticos y sugerencias) con respecto a las conclusiones proferidas por el experto y otros desarrollos realizados en el área.

### 13. METODOLOGÍA:

Dadas las características del proyecto que están enfocadas primordialmente en la generación de un sistema basado en el conocimiento con ciertas particularidades en tiempo real, se puede seguir una metodología de ingeniería del conocimiento clásica, aplicando los controles pertinentes en las características que necesitan ser censadas en tiempo real como lo es la condición del paciente a lo largo del tiempo dependiendo del procedimiento seleccionado por el pediatra.

Las fases representativas es éste tipo de metodología son las siguientes:

#### **Revisión Bibliográfica**

En ésta fase se realizará y resaltaran aspectos importantes del tema con respecto a una inspección bibliográfica, que además establecerá características que se puedan tener en cuenta con respecto de otros trabajos previamente realizados, como modelos de referencia y de comparación.

#### **Análisis**

Se realiza para comprender el problema desde el punto de vista de la solución que se piensa desarrollar. Esta formado principalmente por la especificación de los requerimientos externos del sistema basado en el conocimiento y por una caracterización del problema específico. Básicamente los resultados obtenidos están determinados por la definición de los requerimientos y un modelo conceptual de la totalidad del proyecto.

## Adquisición del Conocimiento

Esta fase hace referencia a la labor de extracción del conocimiento de las fuentes estáticas y dinámicas, el objetivo final de este proceso es construir los modelos del conocimiento del sistema, por ello es una fase transversal que se realiza durante todo el desarrollo del sistema, desde el momento en el que se comienza a estudiar el problema y su solución hasta cuando se lleva a cabo su evolución. En este caso específico se van a utilizar fuentes híbridas de información por lo tanto se explicará de manera breve como se realiza la extracción de cada una de ellas.

- Adquisición de Conocimiento de una Fuente Estática: Se hace un estudio minucioso de las fuentes sugeridas por el experto, para que de esta manera se adquiera el conocimiento básico y fundamental del dominio del experto y así conseguir realizar un proceso de adquisición eficiente y eficaz y por último se debe hacer una comprobación del conocimiento que se extrajo con respecto del experto para saber si es correcto o no.
- Adquisición de Conocimiento de una fuente Dinámica: Es básicamente una actividad consecuente con la anterior y hace referencia a la extracción del conocimiento particular del experto. Se puede realizar de varias maneras: Entrevista directa o formal, entrevista informal, observación del trabajo real del experto, cuestionarios.

## Diseño

Se realiza una descripción del comportamiento del sistema (descripción funcional), y una descripción física en la que se debe especificar detalladamente cada uno de los componentes. De esta etapa debe salir toda la especificación modular del sistema y la descripción detallada de cómo debe ser, desde el punto de vista totalmente computacional.

## **Representación del Conocimiento**

Esta fase consiste en tomar el conocimiento extraído y representarlo de una manera inteligible, en la fase anterior cuando se hace la adquisición del conocimiento, este se va registrando de alguna manera no formal y es esta representación no formal la base inicial de la representación del conocimiento que se ha extraído. Para los sistemas basados en el conocimiento se han determinado algunas representaciones que se han convertido en estándar para la representación del conocimiento, entre ellas están: la lógica proposicional y la lógica de predicados, las reglas de producción, las redes semánticas, los marcos, los guiones. Para el proyecto específicamente se va a optar por hacer la formalización mediante la aplicación de reglas, dado que es un método que satisface las necesidades en la representación del conocimiento que se pretende formalizar. Su producto más representativo será la estructura prácticamente consolidada de la base de conocimiento. Además de el hecho importante que para realizar la formalización del conocimiento se debe tener en cuenta el factor de la respuesta en tiempo real con respecto a las decisiones tomadas por el pediatra lo que agrega a esta formalización elementos adicionales en la interacción.

Es importante resaltar que ésta fase es la que más aporte ha de realizar al objetivo principal del proyecto que es la construcción de este modelo específico de conocimiento que permitirá identificar, representar, evaluar y sugerir los casos más relevantes en el proceso de adaptación neonatal, dado que al estructurar, consolidar y formalizar de manera adecuada el conocimiento adquirido, su representación en un lenguaje de programación vendría a ser un factor que se iría a un segundo plano.

## **Desarrollo**

En esta fase se haría la programación necesaria para la obtención de los análisis que el software proveerá a los pediatras, de igual manera se hará el

desarrollo de la interfaz con la cuál interactuará el pediatra y el motor explicativo. Obviamente esta fase es básicamente la codificación de la representación del conocimiento previamente realizada, terminando de este modo la base de conocimiento y generando el motor de inferencias como productos más representativos.

### **Manipulación y Pruebas**

Después de haber realizado la representación y programación del conocimiento, éste debe ser validado, comparándolo con el conocimiento o las respuestas del experto en determinado caso. Con esto se asegura que el conocimiento que se adquirió y se representó es igual a conocimiento proporcionado por el experto. Mediante esta fase de manipulación y pruebas se deben realizar todos los ensayos posibles, para evitar un mal manejo del conocimiento, bien sea por problemas de interpretación de los hechos, las heurísticas o las relaciones, o por problemas de obtención de malas conclusiones y explicaciones.

La documentación del proyecto se realizaría de manera transversal a lo largo de toda la metodología, generándose de manera incremental con cada una de las fases.

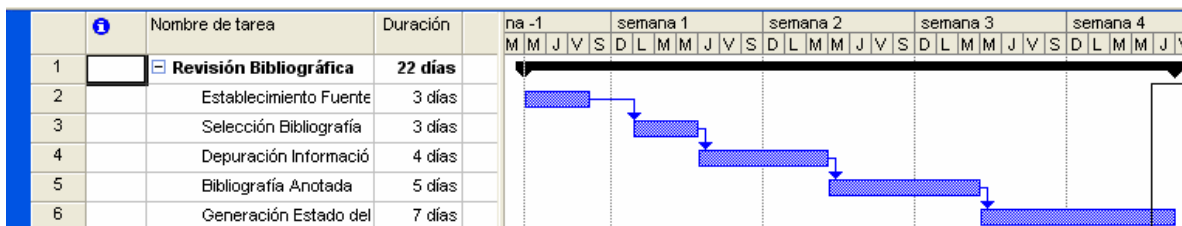
#### **14. ACTIVIDADES A DESARROLLAR:**

- **Revisión Bibliográfica**
  - Establecimiento de las Fuentes Principales
  - Selección de Bibliografía pertinente
  - Depuración de la información
  - Bibliografía Anotada
  - Generación de Estado del Arte
- **Análisis**
  - Formalización de los requerimientos.
  - Modelo conceptual del proyecto
  - Adquisición del Conocimiento
    - Entrevistas formales con experto.
    - Entrevistas informales con experto.
    - Cuestionarios.

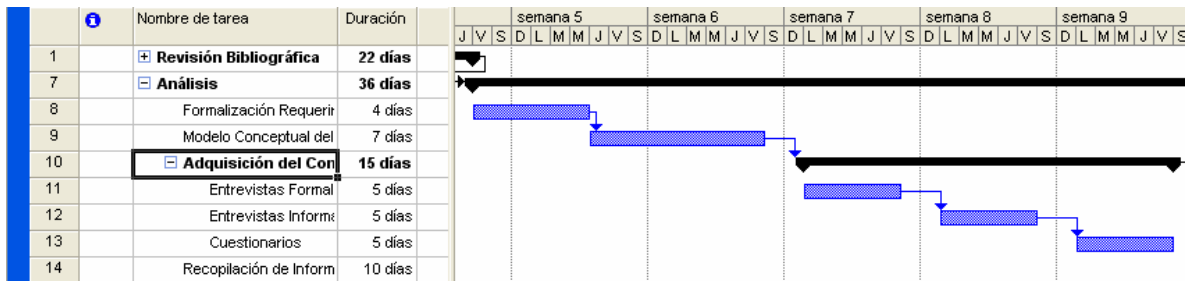
- Recopilación de Información
- Diseño
  - Especificación Modular del Sistema.
  - Componentes.
  - Representación del Conocimiento
    - Establecimiento de los Casos
    - Formalización del Conocimiento
    - Estructuración de la Base de Conocimiento
  - Motor de Inferencias
  - Módulo explicativo
  - Interfaz de Usuario.
- Desarrollo
  - Programación de los casos relevantes.
  - Generación formal base de conocimiento.
  - Generación del Motor de inferencia.
  - Prototipo inicial.
  - Generación prototipo de Interfaz gráfica.
  - Generación prototipo de motor de explicación.
  - Unificación de prototipos.
- Manipulación y Pruebas
  - Validación del conocimiento
    - Comparar con los resultados dados por las fuentes primarias y secundarias.
    - Comparación de resultados con otros aplicativos disponibles en éste campo.
  - Retroalimentación de Cambios a la fase pertinente.

## 15. CRONOGRAMA:

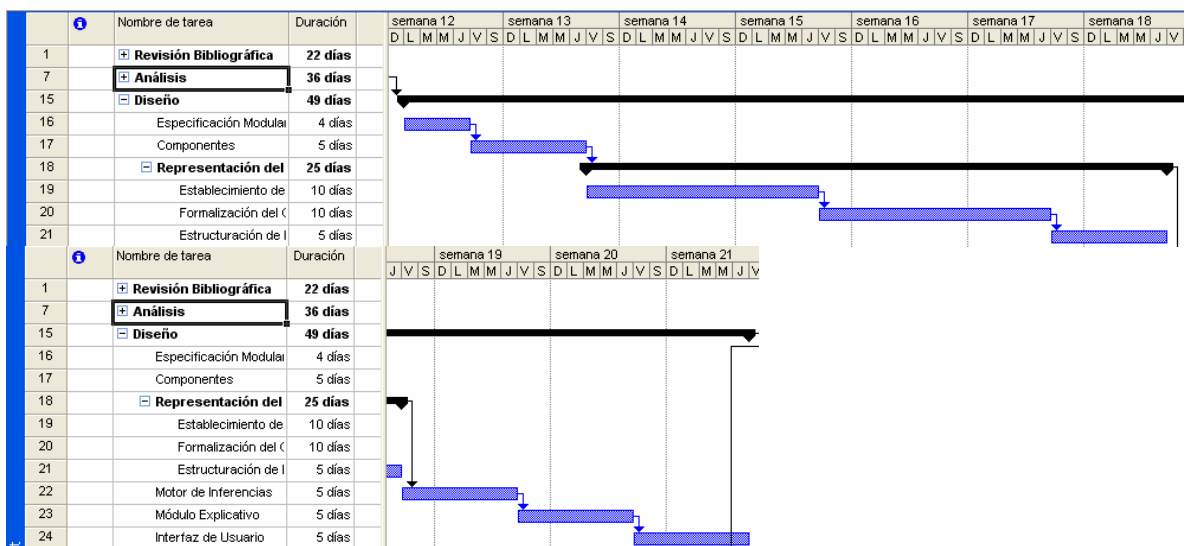
### Revisión Bibliográfica



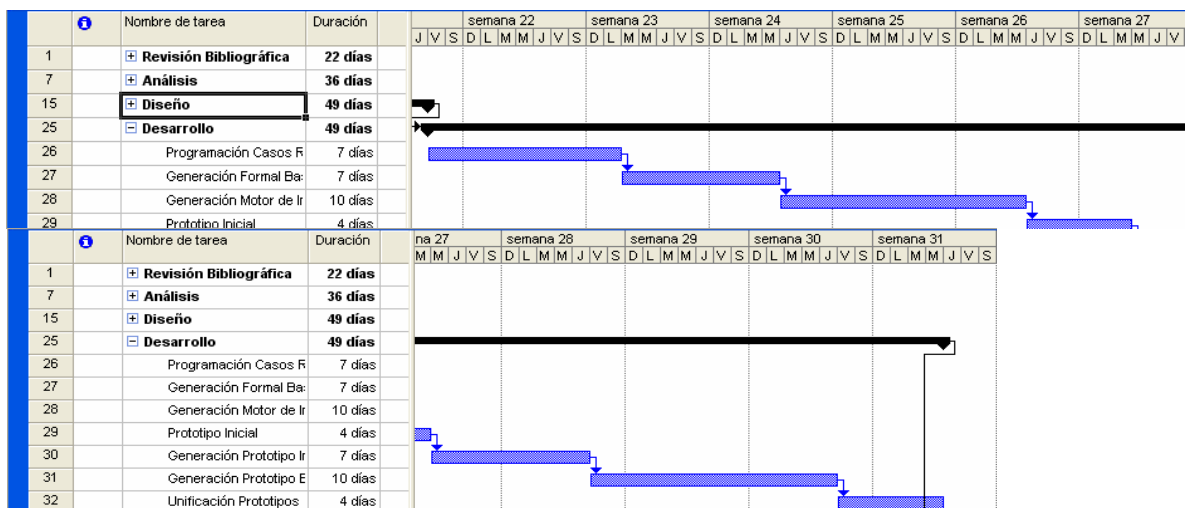
## Análisis



## Diseño



## Desarrollo





- Robin Cowan, Expert systems: aspects of and limitations to the codifiability of knowledge, Research Policy, Volume 30, Issue 9, December 2001, Pages 1355-1372.
- Roger S. Presuman. Ingeniería del Software, un enfoque práctico. Sexta edición Junio 2005. Páginas 940.

17. RECURSOS FÍSICOS:

	Item1	Item2	Item3
Recursos Información	Libros Neonatología (\$120000)	Acceso a Internet (\$720000)	
Equipos y Software	Desarrollo (\$0)	Validación (\$250000)	
Costo Personal	Director (\$0)	Asesor (\$0)	Elaboración (\$0)
Insumos	Papelería (\$150000)	Cartuchos (\$120000)	
TOTAL	\$1360000		

18. COSTOS DEL TRABAJO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN:

El costo total aproximado del trabajo es de 1360000 y las fuentes de financiación son exclusivamente propias.

19. COMENTARIO CON VISTO BUENO DEL DIRECTOR:

20. FIRMA DEL PROPONENTE

Edwin Andrés Bernal López  
Proponente

FIRMA DEL DIRECTOR (ASESORES)

Gabriel Longui  
Director

21. FECHA: Mayo 27, 2006