



**DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

TRIMESTRE: 05-I

**PROPUESTA DE PROYECTO DE TESIS**

Sistema basado en el conocimiento para la detección de onda de choque en problemas astrofísicos

**ASESORES:**  
Dra. Ana Lilia Laureano Cruces  
Dr. Alfredo J. Santillán González

ALUMNA: Méndez Gurrola Iris Iddaly

## *Índice*

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes y revisión bibliográfica.....	2
3. Justificación.....	9
4. Objetivos.....	10
Generales	
Particulares	
5. Metodología.....	11
6. Calendarización.....	12
Trimestre I	
Trimestre II	
7. Recursos.....	13
8. Bibliografía.....	14

## *1. Introducción*

Hoy en día el uso de la computadora es masivo, y por tanto las ciencias de la computación han tenido un avance significativo en la resolución de problemas de nuestro entorno, una de las formas de solucionar estos problemas es mediante técnicas y/o herramientas de Inteligencia Artificial (IA).

La inteligencia artificial estudia como lograr que las maquinas realicen tareas que, por el momento, son realizadas mejor por los seres humanos [7].

El ser humano actúa con base en comportamientos inteligentes los cuales involucran percepción, razonamiento, aprendizaje, comunicación y actuación en ambientes complejos.

Debido a que la IA trata de lograr que las computadoras realicen estas tareas se han ideado técnicas tales como búsqueda, uso del conocimiento, abstracción y para la representación del conocimiento se utilizan guiones, marcos, grafos, mapas cognitivos difusos entre otras.

Uno de los mayores beneficios del trabajo de resolución de problemas fue la importancia del conocimiento de un dominio en específico.

El conocimiento experto es una combinación de un entendimiento teórico del problema y una colección de reglas heurísticas problema-solución que la experiencia ha demostrado ser efectiva en el dominio [4].

Por lo que los sistemas basados en el conocimiento son construidos obteniendo el conocimiento de humanos expertos y codificándolo en una forma que la computadora pueda aplicarlo a problemas similares.

## *2. Antecedentes*

### *Sistemas Basados en el Conocimiento*

Una de las más exitosas aplicaciones de las técnicas de razonamiento de la IA usando hechos y reglas ha sido la construcción de Sistemas Basados en el Conocimiento que involucran conocimiento acerca de un campo especializado del saber humano [6].

Como menciona Feigenbaum en [6]: los programas de IA que consiguen un nivel de competencia experto en la solución de problemas teniendo el soporte de un cuerpo de conocimientos son llamados sistemas basados en el conocimiento o sistemas expertos. Con frecuencia, el termino sistema experto es reservado para programas en los cuales su base de conocimientos contiene conocimiento usado por humanos expertos, en contraste con el conocimiento adquirido de textos, libros o de humanos no expertos. Pero más usualmente, los dos términos - sistema experto y sistema basado en el conocimiento - son usados como sinónimos.

Por lo tanto un sistema basado en el conocimiento es un software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema. El sistema almacena conocimiento de expertos en un campo determinado y soluciona problemas mediante deducción lógica de conclusiones.

Los sistemas expertos son una expresión de los sistemas basados en el conocimiento. Con la aplicación de técnicas de IA finaliza la transición del procesamiento de datos al procesamiento de conocimientos.

Los sistemas basados en el conocimiento se aplican por lo general en problemas que implican un procedimiento basado en la experticia. Este procedimiento comprende las siguientes características:

- Utilización de normas o estructuras que contengan conocimientos y experiencias de expertos especializados
- Deducción lógica de conclusiones
- Capaz de interpretar datos ambiguos
- Manipulación de conocimientos afectados por valores de probabilidad.

La función de un sistema basado en el conocimiento es aportar soluciones a problemas, como si de humanos se tratara, es decir capaz de mostrar soluciones inteligentes. Un sistema basado en el conocimiento esta compuesto por los siguientes elementos: una base de conocimientos, una base de datos y una maquina de inferencia para interpretar la base de datos usando el conocimiento provisto por la base de conocimiento.

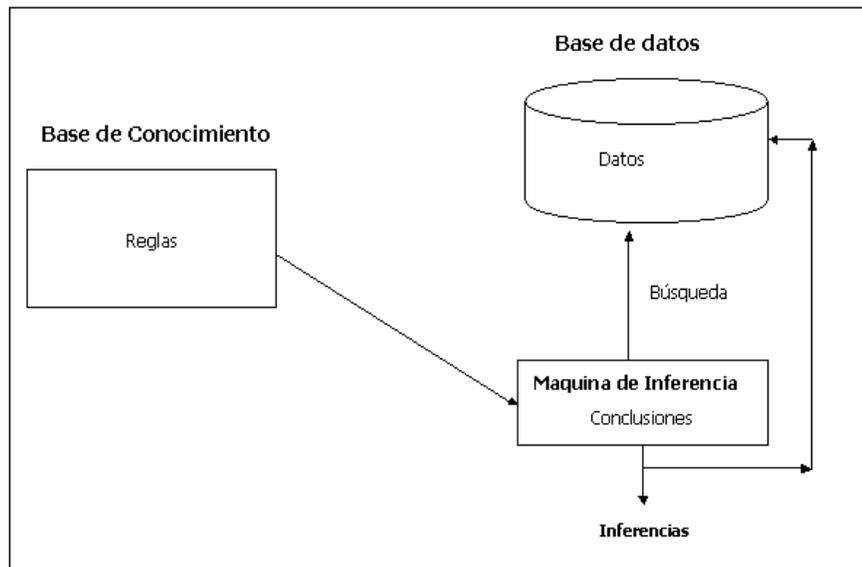


Figura 1. Arquitectura ilustrativa de un sistema experto

Una característica decisiva de los sistemas basados en el conocimiento es la separación entre conocimiento (reglas, hechos) por un lado y su procesamiento por el otro (motor de inferencia).

### *Base de Conocimiento*

La base de conocimiento contiene las reglas y procedimientos del dominio de aplicación que son importantes para la solución del problema. La programación orientada a objetos se utiliza con frecuencia en el desarrollo de sistemas expertos.

La base de conocimiento contiene reglas que son de la forma:

**Si** Premisas **Entonces** Conclusión y/o Acción

Las premisas son proposiciones que se refieren a vinculaciones lógicas referentes a cualidades de los objetos, a partir de las cuales se llega a conclusiones.

En la conclusión se adicionan nuevos hechos y cualidades a la base de conocimiento y/o se ejecutan acciones.

### *Motor de inferencia.*

El motor de inferencia es la unidad lógica con la cual se extraen conclusiones de la base de conocimientos.

Una conclusión se produce mediante aplicación de las reglas sobre los hechos presentes

Ejemplo:

Una regla es: Si ***p*** y ***q*** entonces ***r***

Se dan los hechos: ***p*** y ***q***.

Cuando se aplica una regla sobre algunos hechos cualesquiera se dice que se dispara. El disparo de una regla provoca: 1) una acción y/o 2) una inserción del nuevo hecho en la base de conocimientos.

Las funciones del motor de inferencia son:

1. Determinación de las acciones que tendrán lugar, el orden en que lo harán y como lo harán entre las diferentes partes del sistema experto.
2. Determinar cómo y cuándo se procesarán las reglas y que reglas deberán procesarse.
3. Control del dialogo con el usuario.

Debido a que el motor de inferencia es una unidad lógica, debemos decir que la lógica es una herramienta valiosa cuyo poder analítico nos permite profundizar en los resultados del análisis cognitivo de tareas con el máximo rigor y facilidad[2].

La decisión sobre que estrategias de búsqueda deberán ser implementadas, es de vital importancia para la efectividad al sistema en conjunto. El motor de inferencia debe de estar adaptado al problema a solucionar.

### *Diversos sistemas basados en el conocimiento*

Dentro de la investigación se encontraron los siguientes sistemas basados en el conocimiento:

MYCIN (Shortliffe en [6]): Sistema basado en el conocimiento para la realización de diagnósticos médicos, iniciado por Ed. Feigenbaum y posteriormente desarrollados por E. Shortliffe y sus colaboradores. Su función es la de aconsejar a los médicos en la investigación y determinación de diagnósticos en el campo de las enfermedades infecciosas de la sangre.

R1 (McDermott en [7]) también conocido como XCON es un sistema basado en el conocimiento para configurar sistemas DEC VAX desarrollado por Digital Equipment Corporation. Según los deseos individuales del cliente se configuran redes de ordenadores VAX. Ya que el catálogo de productos en el mercado es muy amplio, la configuración completa y correcta de un sistema de estas características es un problema de gran complejidad.

PROSPECTOR (Duda y Hart en [7]): Es un programa que da consejos en la exploración minera. En cada regla contiene dos estimaciones de confianza. La primera indica el alcance para el cual la presencia de la evidencia descrita en la parte condicional de la regla sugiere la validez de la condición de la misma. La segunda estimación de confianza mide el alcance para el cual la evidencia es necesaria en la validez de la conclusión.

DESIGN ADVISOR (Steele en [7]): Es un sistema que critica los diseños de los chips. Este sistema aconseja al diseñador de chips, consejo que puede ser aceptado o rechazado. Si es rechazado, el sistema puede utilizar un sistema de mantenimiento de la verdad basado en justificaciones para revisar el modelo del circuito.

META-DENDRAL (Mitchell en [7]): Fue el primer programa que usó técnicas de aprendizaje para construir automáticamente reglas para un sistema basado en el conocimiento. En él se construyen reglas para ser usadas por DENDRAL, trabajo que servía para determinar la estructura de los componentes de compuestos químicos complejos. META-DENDRAL inducía sus reglas basándose en un conjunto de datos de espectrometría de masas, entonces, era capaz de identificar estructuras moleculares con una precisión muy alta.

## *Astrofísica*

Nuestra propuesta de dominio se encuentra en el campo de la Astrofísica en un micro mundo llamado remanentes de supernova, para comprenderlo introduciremos algunas definiciones y conceptos básicos.

Las simulaciones numéricas juegan un papel fundamental para estudiar y entender la evolución de diferentes eventos astronómicos que ocurren en el Universo, ya que estos fenómenos cósmicos necesitan de miles o millones de años para desarrollarse y nos sería imposible llevar un seguimiento puntal debido al tiempo de vida del ser humano [8].

En la Astrofísica las ondas de choque son probablemente una de las características fundamentales asociadas a diferentes eventos astronómicos tales como objetos Herbig-Haro, vientos estelares, explosiones de supernova, etc.

## *Velocidad del Sonido*

El sonido viaja en ondas invisibles de presión cambiante a través de un fluido (generalmente aire, aunque también a veces puede ser un líquido).

La velocidad del sonido depende de la presión y de la densidad del fluido en cuestión. La presión y la densidad del aire cambian con la temperatura (o la altura).

Por tanto, la información dentro de un fluido que es perturbado viaja a una velocidad característica conocida como **velocidad del sonido  $c_s$** . La magnitud de esta velocidad dependerá de ciertas propiedades físicas del fluido tales como su presión o temperatura y de su densidad, y está dada por la siguiente relación:

$$c_s^2 = \frac{\gamma P}{\rho}$$

donde  $\gamma$  es el cociente de calores específicos, que en el caso de un proceso donde no existe intercambio de calor (proceso adiabático) tiene un valor de 5/3. En este trabajo consideraremos únicamente sistemas compuestos de gas que se comporten idealmente, es decir, que se les pueda asociar una ecuación de estado de la forma:

$$P = nkT$$

donde  $n$  es el número de partículas por unidad de volumen,  $k$  es la constante de Boltzmann y  $T$  la temperatura, entonces la velocidad del sonido la podremos escribir como:

$$c_s^2 = \frac{\gamma nkT}{\rho} = \frac{\gamma kT}{m}$$

donde  $\rho = nm$  y  $m$  la masa de una de las partículas que componen el fluido.

De esta relación vemos que el cuadrado de la velocidad del sonido es proporcional a la temperatura, es decir, para un mismo gas su correspondiente velocidad del sonido se irá incrementando conforme se va calentando el sistema. Por ejemplo, si consideramos que el medio interestelar tiene una densidad numérica  $n = 1 \text{ cm}^{-3}$  y está compuesto únicamente de hidrógeno ( $m = 1.667 \times 10^{-24} \text{ g}$ ) la velocidad del sonido para diferentes temperaturas se representa en la siguiente tabla:

Temperatura (K)	Velocidad del Sonido (km/s)
10.	0.37
100.	1.17
1000.	3.71
10000.	11.73
100000.	37.10
1000000.	117.30

Por lo tanto, para producir choques necesitaremos que nuestra perturbación viaje a una velocidad mayor a la velocidad del sonido, de la tabla es fácil concluir que en medios fríos será mucho más sencillo producir choques que en medios muy calientes.

### *Número De Mach*

Los números Mach 1, Mach 2, Mach 3, etc. se utilizan para indicar la velocidad de un objeto en comparación con la velocidad del sonido.

Mach 2, por ejemplo, significa que el objeto vuela a dos veces la velocidad del sonido. La velocidad del sonido puede cambiar según las condiciones de la atmósfera.

El flujo del aire sobre un objeto cambia drásticamente cuando la velocidad de este se aproxima a Mach 1.0. Hay diversos procedimientos matemáticos que se utilizan para calcular el comportamiento del flujo del aire.

El flujo de aire cuya velocidad es menor a Mach 1.0 se llama flujo subsónico. El flujo de aire cuya velocidad es mayor a Mach 1.0 se llama flujo supersónico. Si el número de Mach es mayor de 5.0, ese tipo de flujo se le llama hipersónico.

Sin embargo, un objeto que viaja con una velocidad de entre Mach 0.75 y Mach 1.20 tiene áreas en su superficie que experimentan ambos tipos de flujo: subsónico y supersónico; se puede decir que este régimen de vuelo (o escala de velocidades) es llamado régimen transónico. Los cálculos del flujo del aire en esta área deben hacerse muy cuidadosamente.

Es interesante ver qué sucede con el flujo de aire a medida que un objeto se acerca a Mach 1.0. A velocidades subsónicas, las ondas de presión cambiantes que se originan alrededor del objeto se propagan en todas direcciones a la velocidad del sonido correspondiente a la altitud a la que viaja el objeto.

### *Ondas de Choque*

Las ondas de choque tienen una presencia constante en la vida de nuestro universo, éstas están asociadas a eventos donde la cantidad de energía que se inyecta a un medio es muy grande y son importantes en la formación y evolución de diferentes objetos astronómicos tales como: los objetos Herbig-Haro, las nebulosas planetarias, los remanentes de supernova, enormes burbujas de gas, entre otros.

Cuando un objeto viaja más rápido que la velocidad del sonido en un medio, se produce una onda de choque.

Cuando se forma una onda de choque, las propiedades del fluido tales como presión, densidad, temperatura, y velocidad cambian drásticamente e instantáneamente a través de la onda de choque.

Para determinar los cambios físicos que producen las ondas de choque en un fluido se utilizan las relaciones de salto de Rankine-Hugoniot que para choques fuertes ( $V_c \gg C_s$ ) son:

$$\frac{V_1}{V_c} = \frac{n_0}{n_1} = \frac{\gamma - 1}{\gamma + 1}$$

y

$$kT_1 = \frac{1}{2(\gamma + 1)} \frac{1}{2} m V_c^2$$

donde  $n_0$  es la densidad del flujo antes del choque y  $V_1$ ,  $n_1$  y  $T_1$  son la velocidad, densidad y temperatura del flujo después del choque.

### *Supernovas y sus remanentes*

Una Supernova (SN) es un evento en el que una estrella termina su evolución explotando súbitamente. Al hacerlo emite tanta luz como todas las estrellas de la galaxia combinadas ( $10^{10} - 10^{11}$  estrellas), expulsando al mismo tiempo una cantidad de materia aproximadamente igual a una masa solar.

La masa eyectada por la explosión es precedida por una onda de choque que arrastra tras de sí a toda partícula con la que se encuentra, formándose así una nebulosa en la que la masa eyectada se mezcla con el material barrido por la onda de choque. A este tipo de nebulosas se les conoce como remanentes de supernova (RSN). [1]

### *3. Justificación*

La comunidad astronómica cuenta con códigos numéricos que pueden simular diferentes eventos astronómicos. Los resultados obtenidos con dichos códigos están representados por enormes volúmenes de datos que serían imposibles de analizar directamente (número por número) en tiempos razonablemente cortos.

Actualmente para identificar las ondas de choque, los astrónomos revisan cada uno de los archivos de salida de la simulación. Para cada simulación se generan varios archivos los cuales se establecen a diferentes tiempos, estos contienen información como densidad, presión, velocidad, entre otros, localizados en diferentes zonas. Las simulaciones en una sola dimensión pueden llegar a ser de miles de zonas (3,000 a 10,000 zonas) por archivo.

Debido a la gran cantidad de datos el tiempo del análisis puede ser considerablemente alto y como el proceso no se hace de forma automática sino manual, es susceptible de errores.

Por tanto nuestra propuesta es diseñar un sistema basado en el conocimiento que adopte decisiones y resuelva problemas de este dominio específico. El cual determinará de forma automática y en tiempo real las ondas de choque producidas en un medio, así como determinar si el choque es fuerte o débil.

La importancia de localizar los frentes de choque mediante el uso del sistema experto es que podemos obtener información sobre:

- El factor de compresión del medio debido al choque
- Inferir la temperatura del medio
- Inferir en que región del espectro electromagnético esta emitiendo el RSN en ese instante.
- Tiempo de vida del RSN bajo cierta condición.

El sistema basado en el conocimiento nos permitirá realizar un análisis de manera más eficiente en tiempos razonablemente cortos, evitar errores debido a que será un proceso automático, además de que la detección de las ondas de choque se realizará en tiempo real, lo que permitirá realizar predicciones acerca de la onda de choque.

Los beneficios de tener un sistema que haga lo anterior es que el análisis se podrá hacer de manera muy eficiente cuando el usuario tenga cientos o miles de datos de simulaciones de RSN.

## *4. Objetivos*

### Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema basado en el conocimiento para la detección de ondas de choque enfocados al análisis de problemas astrofísicos.

### Objetivos Particulares

- Diseñar una base de datos que será interpretada usando el conocimiento propuesto por la base de conocimientos.
- Diseñar una base de conocimientos, que contendrá el conocimiento de los hechos y las experiencias del experto en el dominio.
- Diseñar un mecanismo de inferencia que simulará la estrategia del experto en el análisis de las ondas de choque.

## 5. Metodología

Para la realización de la presente investigación primeramente se hará una revisión del estado del arte.

Posteriormente se llevara a cabo el análisis de requisitos, especificaciones, es decir identificar el proceso a ser modelado, identificar los objetos y realizar un análisis cognitivo de tareas [3], el cual estará enfocado al proceso del experto en el análisis de las ondas de choque. Lo anterior con el fin de encontrar el (los) modelos mentales. La información anterior se complementará con entrevistas con el experto. A continuación se detallan los elementos a considerar dentro del proyecto de tesis.

- Desarrollo del análisis cognitivo de tarea y los modelos mentales
- Análisis de los modelos mentales que están relacionados con la cantidad de inferencia ejecutada [5]; con el fin de elegir la representación del conocimiento que se adapte de mejor forma al motor de inferencia.
- Generar el mapa semántico que representa el conocimiento.
- Diseñar la base de datos y/o la base de conocimientos, la cual contendrá el saber específico de la interpretación de los RSN.
- Diseñar motor de inferencia también llamada mecanismo de razonamiento, la cual realizará el control de decisiones.
- Definir las técnicas de búsqueda así como los generadores de soluciones a ser utilizados por el motor de inferencia.
- Implementar el motor de inferencia para evaluar las condiciones de todas las reglas con respecto a la base de datos y/o base de conocimientos.
- En su caso generar nuevos hechos que se añadan a la base de datos y/o base de conocimientos.
- Implementación del sistema basado en el conocimiento.
- En la etapa de prueba se evaluarán las condiciones de todas las reglas con respecto a la base de datos.
- En la etapa de validación se revisará que el sistema cubra todos los requerimientos expresados en etapas iniciales.
- Finalmente tendremos el lanzamiento del sistema y la escritura de tesis.

## 6. Calendarización

Trimestre I

Proyecto de investigación en computación I

ACTIVIDAD	SEMANA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Revisión del estado el arte	■	■	■	■	■						
Análisis de requisitos, especificaciones		■	■	■							
Análisis cognitivo de tareas			■	■	■						
Análisis de los modelos mentales				■	■	■					
Análisis para la representación del conocimiento						■	■	■			
Diseño de la base de conocimientos y/o base de datos.								■	■	■	■
Redacción de reporte						■	■	■	■	■	■

Trimestre II

Proyecto de investigación en Computación II

ACTIVIDAD	SEMANA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Diseño del motor de inferencia	■	■	■	■							
Generar el mapa semántico			■	■	■						
Implementación de la base de conocimiento y/o BD			■	■	■	■					
Implementación del motor de inferencia				■	■	■	■				
Definir e implementar las técnicas de búsqueda					■	■	■				
Pruebas							■	■	■		
Validación								■	■	■	
Lanzamiento										■	■
Redacción de reporte					■	■	■	■	■	■	

## *7. Recursos*

Requeridos

Hardware

Computadora Pentium 4, 256Mb en RAM, 40Gb en Disco Duro.

Software

Sistema Operativo: Windows XP

Aplicación: Se realizara en C porque facilita la manipulación de datos y para la visualización se utilizara IDL.

## *8. Bibliografía*

- [1] Bohigas, Joaquin. & Rosado, Margarita, 1984, Explosiones de supernova y sus remanentes, Temas Selectos de Astrofísica, Compilador Peimbert, M., UNAM.
- [2] Laureano-Cruces, A and Barceló-Aspeitia, A. 2003 Formal verification of multiagent systems behavior emerging from cognitive task analysis. Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, Vol 14, No.4, pp: 407-431.
- [3] Laureano-Cruces, A; Espinosa-Paredes, G; Behavioral design to model a reactive decision of an expert in geothermal wells, International Journal of approximate reasoning, Vol 39, Issue 1, April 2005, Pages 1-28
- [4] Luger, G.F. Stubblefield, W. A. Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problem solving, 3<sup>rd</sup> edition, Addison Wesley Longman, Inc. Harlow, England, 1998.
- [5] Marcelin Jacques, Sergio. Inteligencia Artificial, Aprendizaje y Sistemas Expertos. Maestría en Ciencias de la Computación 1997, IIMAS, UNAM.
- [6] Nils J. Nilsson, Artificial Intelligence: A New Synthesis, Morgan Kaufman Publishers, Inc, San Francisco, 1998
- [7] Rich, E. Knight, K. Inteligencia Artificial, Segunda edición, Mc Graw Hill 1994
- [8] Santillán González, Alfredo J., Hernández Cervantes, Liliana y Franco, José. (2004) "Simulaciones numéricas en astrofísica" [en línea]. Revista Digital Universitaria. 10 de mayo de 2004, <<http://www.revista.unam.mx/vol.5/num4/art24/art24.htm>>