

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO PARA LA SELECCION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION EN PLANTAS DE PROCESOS QUIMICOS

RAMIRO GAMBOA QUESADA.

Ingeniero Químico, UIS

CHRISTIAM ARMANDO VILLAMIZAR MONTERO

Ingeniero Químico, UIS

LUIS MARIANO IDARRAGA BERNAL

Ingeniero Químico. M. Sc, UIS

Profesor Departamento de Ingeniería Química UIS

RESUMEN

Se presentan el desarrollo, la implementación, y las características de un prototipo de sistema Experto para la selección preliminar de materiales de construcción en plantas de procesos químicos.

INTRODUCCION

Durante muchos años los materiales de construcción para plantas de procesos químicos se han seleccionado de acuerdo con criterios exclusivamente mecánicos, hoy, la industria y sus técnicos han tomado conciencia del grave problema que supone la degradación de los materiales, y puede afirmarse, que no existe ningún diseño de instalación que no prevea el empleo de determinados materiales, especialmente elegidos por su resistencia a la corrosión, como puede apreciarse en la carta de Bishop-stern (Figura 1).

De acuerdo con ello la selección de los materiales se hace buscando un compromiso de equilibrio entre los tres aspectos siguientes: Propiedades física y mecánicas adecuadas, resistencia a la corrosión en función del medio agresivo en que el material opera y factor económico.

La necesidad de seleccionar de forma satisfactoria los materiales, o bien de aplicar los procedimientos de protección adecuados, no tienen únicamente una justificación económica, sino que empieza a convertirse en una auténtica cuestión prioritaria, si la humanidad pretende mantener su ritmo de crecimiento.

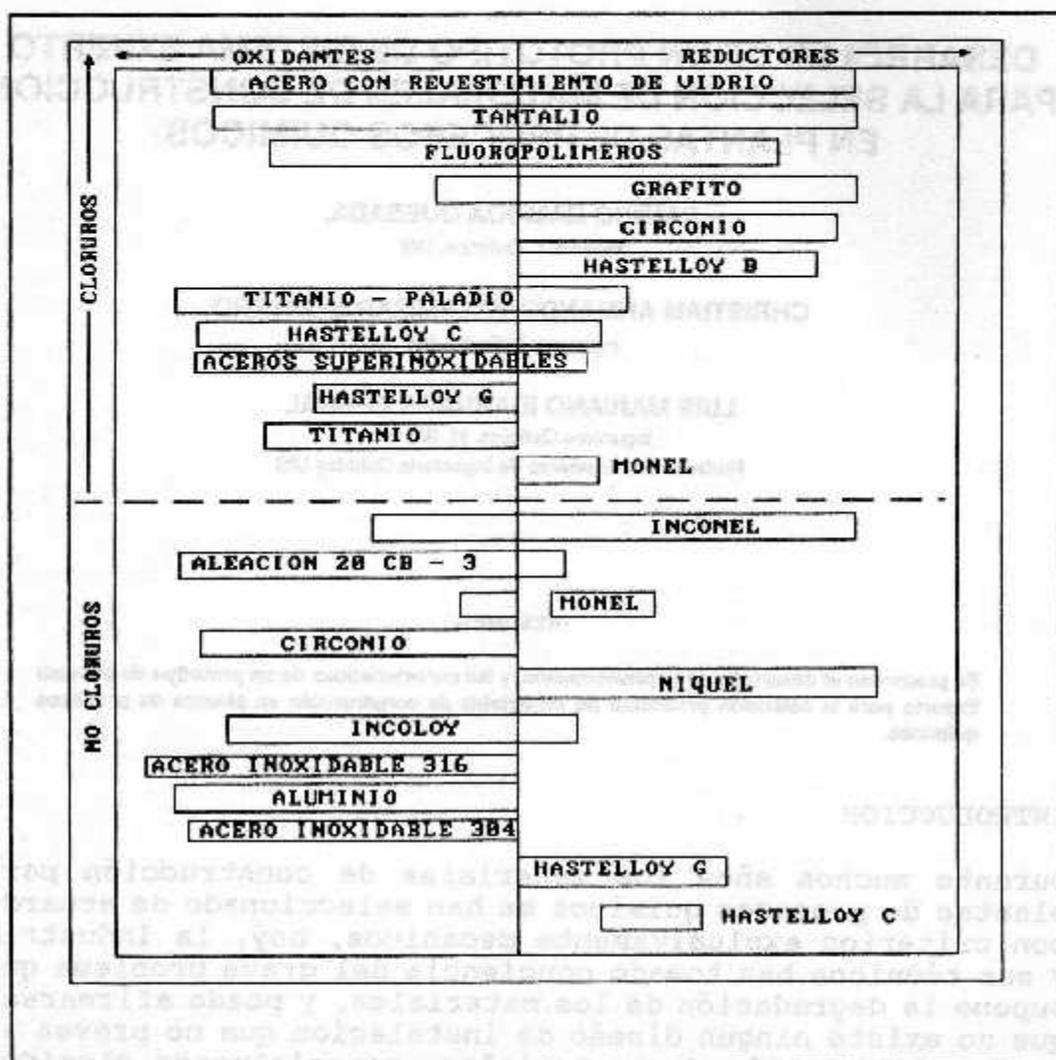


Figura 1. Carta de BISHOP-STERN

En efecto es preciso conservar los productos naturales cada día más escasos, y para ello una de las actividades, sin duda más coherentes es tratar de mantener el uso y por más tiempo los productos manufacturados. Eligiendo en forma adecuada los materiales en función de su empleo, contribuiremos a ello.

Las anteriores consideraciones hacen ver la necesidad de desarrollar, mediante una herramienta de programación, un sistema que recopile conocimientos junto con los "heurísticos" empleados en cada una de las etapas del proceso de selección.

Teniendo en cuenta que el conocimiento que se requiere es esencialmente simbólico y que se dispone de un lenguaje apropiado como el Turbo-Prolog, se decidió desarrollar un prototipo de sistema experto, que sirviera como base no sólo para la selección preliminar de materiales, sino que fuese visto como un punto de apoyo para aquellos proyectos de investigación que utilicen los conceptos de sistemas expertos como herramienta fundamental.

SELECCION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

En la selección de materiales de construcción de plantas de procesos químicos, la resistencia a los medios corrosivos es generalmente el factor determinante.

Un laboratorio de ensayos proporciona sólo un factor, la resistencia química del material ensayado al agente corrosivo, pero hay otros factores que influyen en el comportamientos de los materiales elegidos en la planta.

Las condiciones de los procesos químicos, como sustancias químicas agresivas, temperaturas y presiones altas, aceleran la corrosión. por esto durante el desarrollo de nuevos procesos la selección de materiales para las instalaciones no es tarea simple. A veces comienza por una burda estimación del material más conveniente y continúa con la dilatada experimentación y un detallado cálculo de costos para confirmar la utilidad del material.

Frecuentemente el factor material como variable de proyecto, tiene que ser optimizada dentro de un conjunto de soluciones posibles, equilibrando los costos de mejoramiento de la protección anticorrosiva con las ventajas técnicas, inmediatas y a largo plazo como incremento de la vida en servicio, distanciamiento de las inspecciones y reparaciones o posibilidad de un servicio interrumpido que evite inesperados periodos de parada de la planta.

SISTEMA EXPERTO

Dos son las ideas básicas que han conducido a la construcción de los llamados "SISTEMAS EXPERTOS":

- El énfasis en la representación, adquisición y uso de conocimiento especializado. La diferencia primordial entre una persona experta en el área del saber y otra que

no lo sea radica más en sus conocimientos sobre el área en cuestión, que en sus capacidades generales para resolver problemas.

- Entre las funciones que un sistema experto puede realizar tenemos:
 - . Capacidad para adquirir nuevos conocimientos y para perfeccionar los que ya poseen.
 - . Capacidad para justificar sus conclusiones.
 - . Capacidad para explicar por qué hacen sus preguntas cuando están intentando resolver un problema.
 - . Capacidad conversacional para todo ello.

Dentro de las funciones que un sistema experto puede realizar tenemos:

- Resolver problemas muy difíciles igual o mejor que un experto humano.
- Razonar heurísticamente, utilizando reglas que los expertos humanos consideran eficaces.
- Interactuar en un lenguaje natural con las personas.
- Manipular descripciones simbólicas y razonar sobre ellas.
- Explicar por qué plantea sus preguntas.
- Justificar sus conclusiones.

Las características más importantes que definen un sistema experto son las siguientes:

- **COMPETENCIA:** Un sistema experto funciona en modo interactivo realizando tareas que requieren un alto grado de especialización.
- **PROCESAMIENTO SIMBÓLICO:** En un sistema experto el conocimiento se representa en forma simbólica y se maneja mediante mecanismos de inferencia.
- **EXPLICACION:** Un sistema experto es capaz de explicar la forma en que se establecen sus conclusiones, o el por qué de sus preguntas al usuario.

- **FLEXIBILIDAD:** Un sistema experto puede adquirir un conocimiento de forma incremental mejorando gradualmente sus comportamiento.

Dadas las características anteriores, podemos decir que los sistemas expertos se basan en una aproximación declarativa donde el conocimiento se especifica sin mezclarlo con los aspectos de control.

Se puede agregar que un "sistema experto es una incorporación en un computador de un componente basado en el conocimiento que se obtiene a partir de la habilidad de un experto, de manera que el sistema pueda dar consejos inteligentes o tomar decisiones inteligentes".

COMPONENTES

Dado que en un sistema experto se busca independizar el conocimiento de los procedimientos que hacen uso de él, se pueden distinguir tres componentes estructurales básicas, como se aprecia en la Figura 2.

a. BASE DE HECHOS:

Contiene el conocimiento declarativo, a nivel de datos, sobre el problema particular que en un momento dado se intenta resolver y sobre el estado del sistema en cada instante.

b. BASE DE CONOCIMIENTO:

Conformado por el conocimiento específico o procedimental acerca de la clase de problemas en los que el sistema es experto.

Es una base de datos que toma información y reglas específicas sobre una materia, de la forma:

Objeto ————— Atributos(s)

En donde el objeto se puede definir de acuerdo a los atributos que posea o no.

c. MECANISMOS DE INFERENCIA Y DE CONTROL:

Es la parte del sistema que se encarga de controlar y encontrar un objeto de acuerdo a los atributos seleccionados.

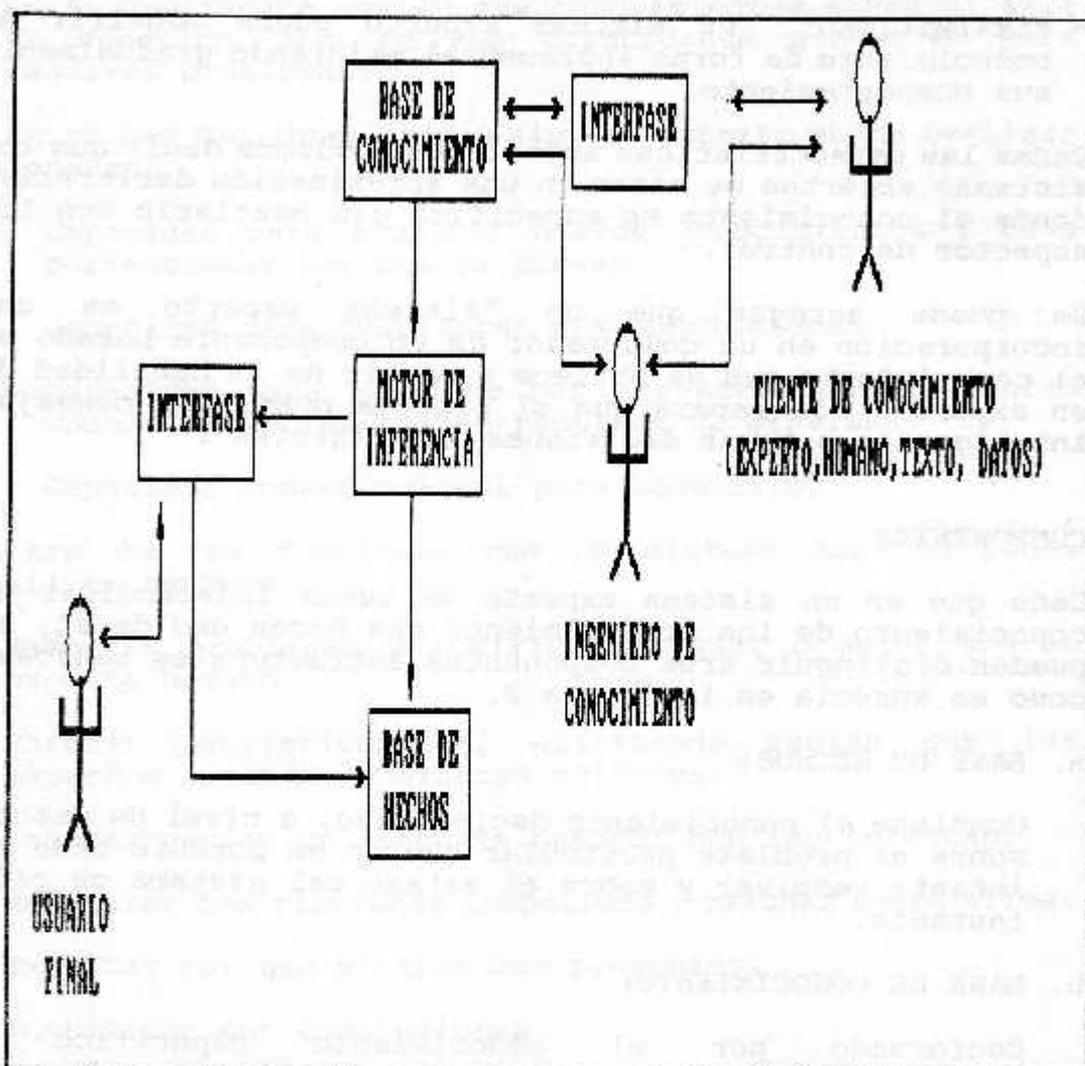


Figura 2. Componentes de un sistema experto.

METODOLOGIA DEL DESARROLLO DEL PROTOTIPO

El diseño y desarrollo de un prototipo es sólo una de las etapas de construcción de un sistema experto.

ETAPAS PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS

Como se observa en la Figura 3, una vez definido el problema, se aconseja desarrollar las siguientes etapas:

- Etapa de análisis y recopilación de bibliografía. En esta etapa se realizó un estudio pormenorizado de los materiales de construcción y sus selección, utilizando la

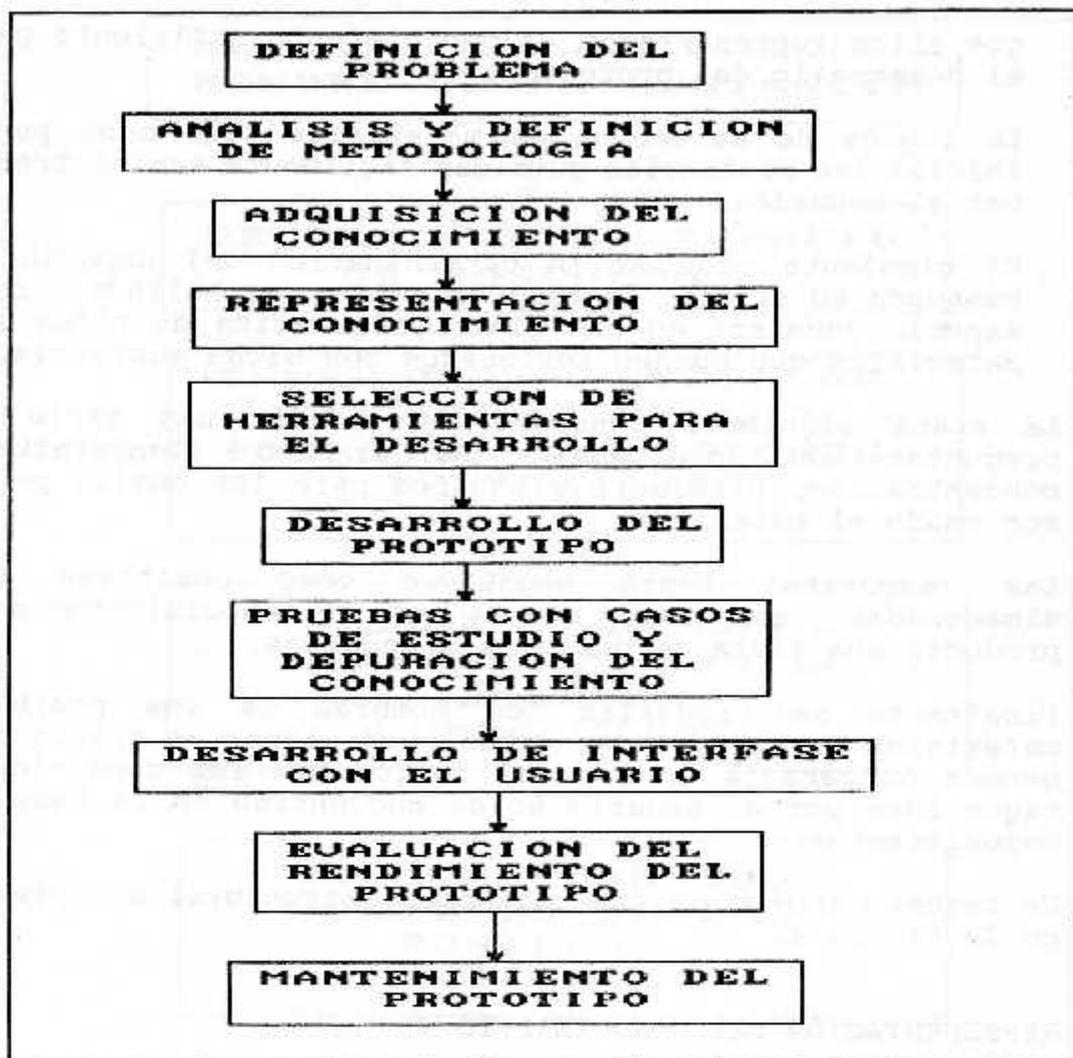


Figura 3. Etapas para el desarrollo de un S.E.

bibliografía existente.

La adquisición del conocimiento se realizó mediante la consulta detallada de folletos técnicos, revistas y libros especializados.

- Etapa de diseño. Dada la gran abundancia de sustancias y de variables que influyen en la corrosión de un material se determinó restringir el campo de trabajo a las sustancias de mayor uso industrial, como también las variables que influyen en mayor escala en el deterioro de los materiales como son la temperatura y la concentración, y en algunos casos la presión considerando

que ellos representaban un conocimiento suficiente para el desarrollo del prototipo.

La lógica de selección de materiales tomó como punto inicial las sustancias químicas fácilmente suministradas por el usuario.

El siguiente paso es la determinación del espacio de búsqueda en el cual la respuesta debe ser hallada. Este espacio consiste en una lista sistemática de todos los materiales que pueden ser usados con dicha sustancia.

La etapa siguiente consiste en general una serie de preguntas de condiciones de trabajo (Temperatura, concentración, presión), y equipos para los cuales pueda ser usado el material.

Las respuestas tanto negativas como positivas son almacenadas y comparadas con la base de conocimientos para producir una lista de posibles soluciones.

Finalmente se visualiza los nombres de los posibles materiales que satisfacen dicha condiciones de trabajo; o genera un mensaje en el cual indica que las condiciones requeridas por el usuario no se encuentran en la base de conocimientos.

Un resumen lógico de determinación estructural se aprecia en la Figura 4.

REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO

La técnica utilizada en el prototipo para presentar el conocimiento se basa en la utilización de cláusulas de Horn. La base de conocimiento consta de reglas del tipo

IF Cláusula_1 and Cláusula_2 THEN Conclusión

En donde las cláusulas representan los diferentes criterios necesarios para llegar a seleccionar un posible material y la conclusión es la caracterización general de los materiales.

BASE DE CONOCIMIENTO

La estructura de la base de conocimientos utiliza la facilidad del Turbo-Prolog de creación de bases de datos

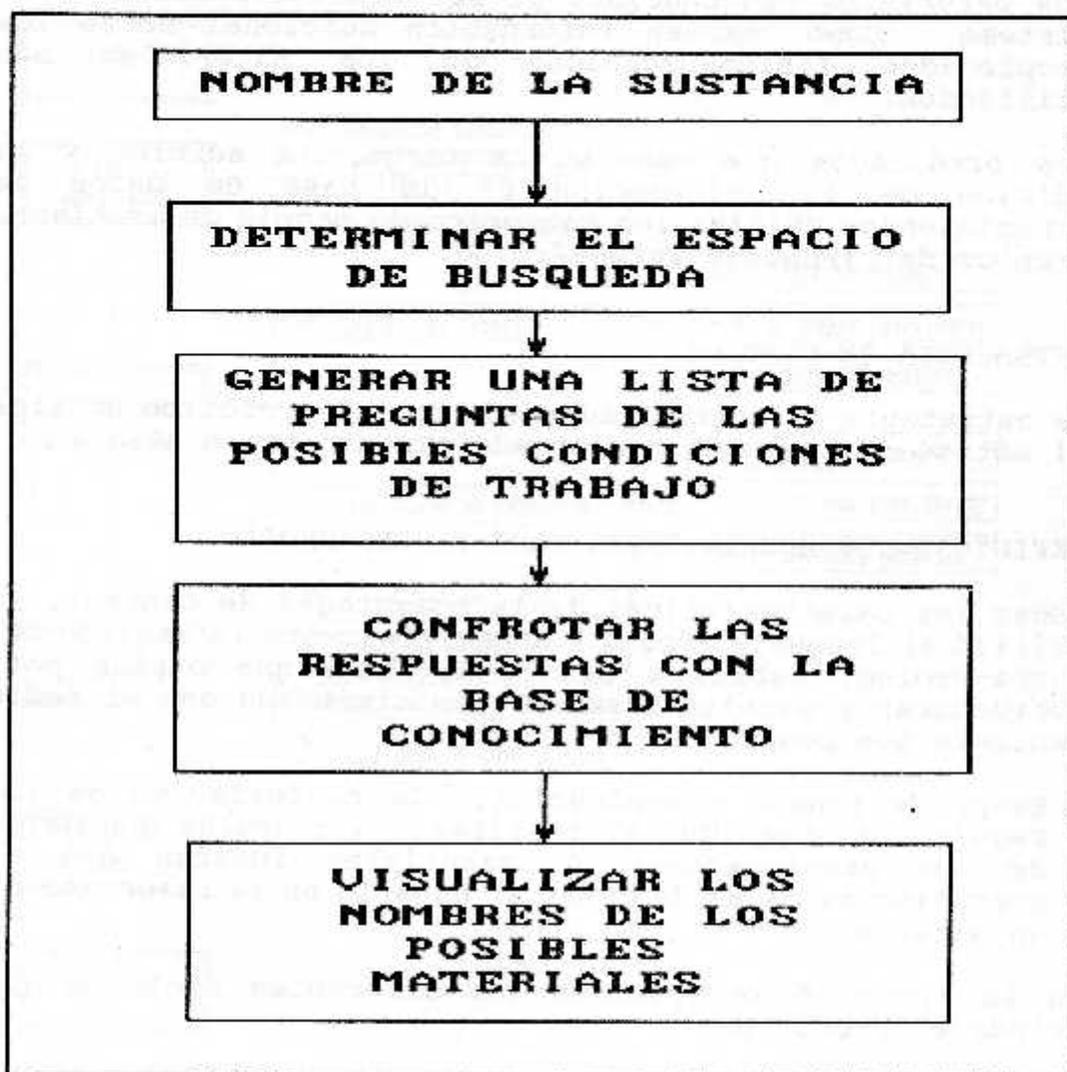


Figura 4. Lógica de deperminación estructural.

predefinidos. Estas bases se definen así:

Selecc (Material, Sustancia, Temperatura, Concentración, Presión, Equipo, Procesos).

Selecc (Material, Ced, Ten, Elon, Dur, Den, Rel, Pun, Cal, Coef, Cond, Res, Mod, Com).

Nometalico (Material, Rel, Cond, Coef, Cal, IN, Mod, Ret, Elon, Dur, IM, Flex, Ref, Rec, Tem, Tet)

La base de datos almacena la información correspondiente a cada una de las condiciones que deben cumplir los datos de

los materiales desconocidos al ser evaluados mediante el sistema. Como también información adicional sobre las propiedades físico-mecánicas de los materiales más utilizados.

Los predicados que manejan la carga, la adición y la edición de la información de la base de datos de conocimientos utiliza los conceptos de manejo de archivos, propios del lenguaje Turbo-Prolog.

ESTRATEGIA DE CONTROL

La estrategia de control adoptada por el prototipo utiliza el método de búsqueda con encadenamiento hacia atrás.

DEFINICION DE HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO

Dadas las características de la estrategia de control, se utilizó el lenguaje Prolog y específicamente la versión del Turbo-Prolog, debido a las facilidades que ofrece para estructurar y manejar bases de conocimientos con el medio ambiente que posee.

- Etapa de prueba y evaluación. La conformación de los resultados obtenidos al realizar una consulta con datos de los abastecedores de materiales indican que el prototipo es capaz de guiar al usuario en la selección de un material.

En la Figura 5 se aprecian las diferentes opciones que brinda el prototipo.

- Etapa de mantenimiento. El prototipo implementado de acuerdo a su construcción de diseño abierto como modelo par otras bases de conocimientos permite realizar una fácil depuración y actualización de su conocimiento mediante el uso de las opciones creadas para tal fin.

CONCLUSIONES

1. La informática y específicamente las técnicas de Inteligencia Artificial han abierto nuevos horizontes a la Ciencia, pues permiten optimizar los recursos que están al alcance de un investigador.
2. La aplicabilidad e incidencia que este prototipo pueda

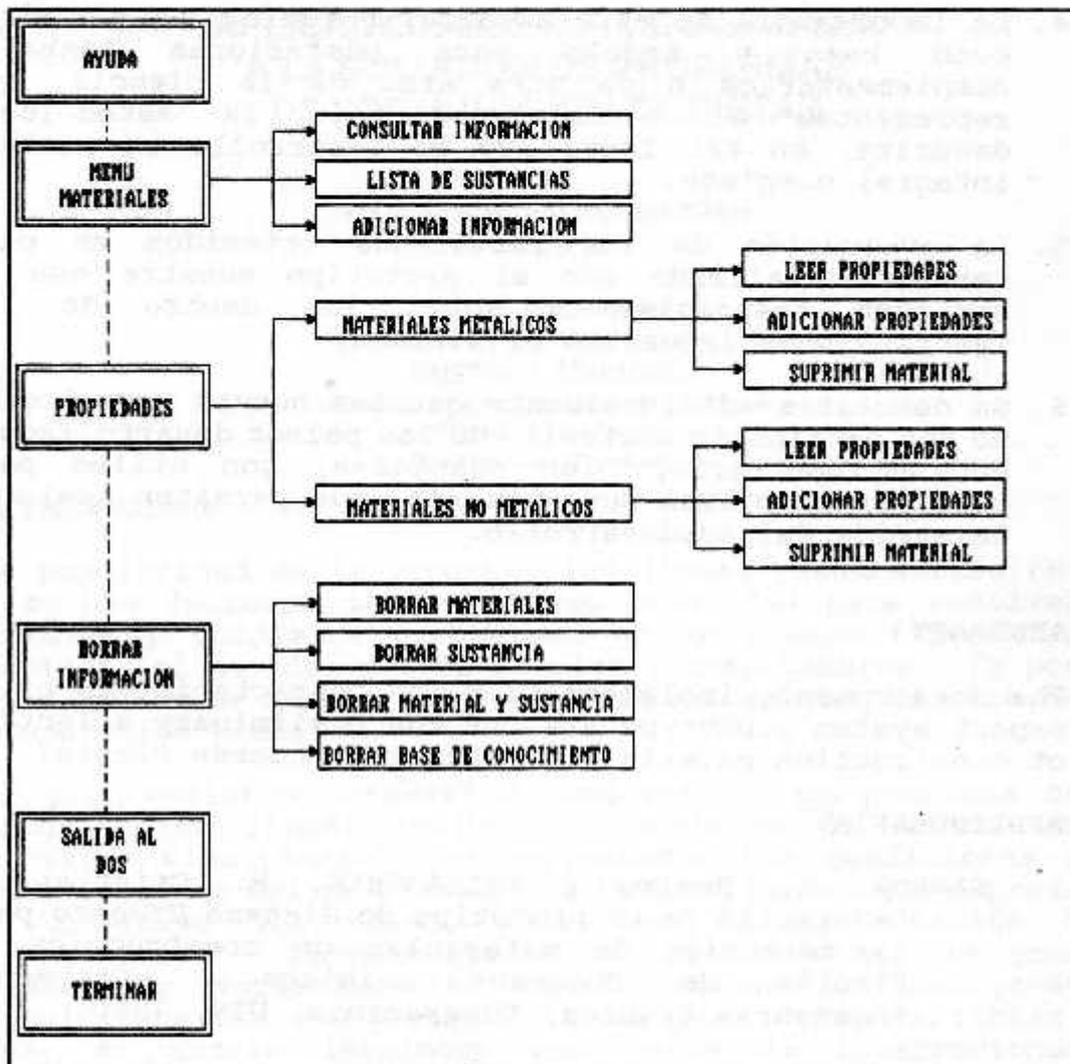


Figura 5. Opciones del prototipo.

tener, se encuentra directamente relacionado con la posibilidad de integrar otros temas elaborados bajo la misma metodología y que permitan al investigador realizar una selección más completa de un material, bajo la aplicación de otras técnicas que existan para este propósito.

3. El prototipo desarrollado contiene la configuración primaria para la construcción de un Sistema Experto completo, teniendo en cuenta la definición; una herramienta, una representación del conocimiento y una estrategia de inferencia y un mecanismo de control.

4. La importancia de este desarrollo radica en que sirve como base y modelo para posteriores trabajos complementarios o de otra área de la ciencia, que representen el conocimiento bajo la metodología descrita, en tal forma que se desarrolle un sistema integral completo.
5. La evaluación de los resultados obtenidos en cada consulta realizada con el prototipo muestra que se obtienen respuestas satisfactorias dentro de las restricciones impuestas al sistema.
6. Se demuestra adicionalmente que las nuevas tecnologías no son patrimonio exclusivo de los países desarrollados. Por el contrario, bien adaptadas, son útiles para resolver problemas muy nuestros, que permiten acelerar la salida del subdesarrollo.

ABSTRACT

The development, implementation and characteristics of an expert system prototype are for the preliminary selection of construction materials in Chemical Process Plants.

BIBLIOGRAFIA

1. GAMBOA, Q. Ramiro y VILLAMIZAR, M. Cristian A. Desarrollo de un prototipo de Sistema Experto para la selección de materiales de construcción en Plantas de Procesos Químicos. Proyecto, Ingeniería Química, Bucaramanga, UIS, 1990.
2. IDARRAGA, B. Luis M. apuntes personales sobre Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. Ing. Química, UIS, 1989.