

**PARTE III.
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y
SOCIEDAD**



Imagen 17: Inteligencia Artificial
Fuente: <https://www.repsol.com/>

**APLICACION PARA LA GESTION
DE CONTINGENCIA LABORAL
MEDIANTE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL**

Víctor Guaipo

Resumen

El artículo propone un sistema experto cuya función sea la identificación de riesgos de agentes químicos, la evaluación de seguridad en puestos de trabajo y diagnósticos de trabajadores posiblemente afectados. Desde lo metodológico se trata de una investigación de enfoque cualitativo que se diseñó con cuatro fases, a saber: diagnóstico, determinación de requerimientos, diseño y evaluación. Como resultado, se propone entonces un sistema experto para la gestión de contingencia laboral que permita a los usuarios evaluar los puestos de trabajo y los riesgos laborales potenciales. Se hace énfasis en las tres partes más importantes del sistema experto; la base de conocimiento, el motor de inferencia y la interfaz de usuario. Se concluye que la implementación de un sistema de contingencia laboral puede aportar los siguientes beneficios a la organización; reducción de accidentes, mayor organización del personal y un mayor seguimiento de normas en los procedimientos industriales.

Palabras clave: Contingencia, riesgo laboral, sistema experto

**APPLICATION FOR THE
MANAGEMENT OF WORK
CONTINGENCY THROUGH
ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Abstrac

The article proposes an expert system is proposed in the article whose function is the identification of risks of chemical agents, the evaluation of safety in workplaces and diagnoses of possibly affected workers. From a methodological point of view, it is a qualitative approach research that was designed with four phases, namely: diagnosis, determination of requirements, design and evaluation. As a result, an expert system for job contingency management is then proposed that allows users to evaluate jobs and potential job risks. Emphasis is placed on the three most important parts of the expert system; the knowledge base, the inference engine and the user interface. The knowledge base would be composed of sources approved by the Spanish Ministry of Employment and Social Security, the inference engine would use chaining algorithms to formulate decisions and the user interface would have a simple and intuitive approach to use that allows rapid communication. between the user and the system. It is concluded that the implementation of a labor contingency system can provide the following benefits to the organization; reduction of accidents, greater organization of personnel and greater monitoring of standards in industrial procedures.

Keywords: Contingency, occupational risk, expert system.

Introducción

El siguiente artículo investigativo tiene como finalidad informar sobre el funcionamiento de un posible sistema experto orientado a la contingencia laboral, para ello se describen las posibles elecciones en el diseño del sistema; su interfaz e interacción con el usuario, fuentes consultadas y funcionamiento interno de la toma de decisiones del sistema experto.

La problemática principal a tratar es la contingencia laboral orientada específicamente a peligros químicos, como fuente se consulta una guía de seguridad elaborada por el gobierno español con la asistencia de profesionales de salud, en la guía se logró identificar algunos agentes y se consideran las actividades más comunes donde se involucran los agentes químicos y los criterios clínicos de la exposición a los agentes químicos peligrosos.

Se propone el uso de una inteligencia artificial de tipo sistema experto cuyo propósito sea la identificación y prevención de riesgos de enfermedades laborales causados

por agentes químicos. El sistema experto satisface la necesidad de un asistente en la evaluación de salud laboral dados los riesgos industriales ante reacciones químicas, filtraciones y el contacto desprotegido con sustancias tóxicas, corrosivas o radiactivas.

A principios de siglo, Martínez et al. (2006) propusieron un sistema similar, un sistema experto para evaluación y gestión de riesgos laborales en el sector sanitario, dicho sistema experto poseía características como generación de informes de evaluación de puestos de trabajo, evaluaciones de riesgos potenciales, listas de comprobaciones de evaluación, además el sistema experto se integraba al departamento de salud y consumo y del servicio Aragonés de Salud

El sistema experto funciona utilizando un diagrama de flujo de decisión el cual sigue reglas que se encuentran en la base de conocimiento del sistema, el motor de inferencia se encarga de formular

conclusiones según el resultado del diagrama de flujo.

Otro sistema similar fue propuesto por los mismos autores previamente mencionado en un artículo académico en el año 2004, la premisa de este sistema experto es de evaluación ergonómica y psicosocial de puestos de trabajos. Dicho sistema tiene como característica la evaluación de puestos de trabajo usando datos de técnicos en prevención, también posee la capacidad de generar informes como el sistema anterior.

Este sistema experto hace uso de la base de datos Microsoft Access donde se hospeda la base de conocimiento de diagnóstico, el usuario puede indiciar mediante una base de conocimiento de dialogo al sistema sobre el organigrama de la organización, tras ello el sistema experto muestra al usuario distintas preguntas destinadas a la evaluación de la seguridad laboral, mediante el motor de inferencia el sistema formula una conclusión en la que valora los

riesgos laborales y ofrece recomendaciones.

Ambos sistemas solicitan entradas al usuario que indiquen la situación actual en la que se encuentre la organización, con esta información el sistema experto hace uso de las reglas internas con las cuales fue programado para sugerir un curso de acción al usuario.

Estos sistemas expertos tienen como finalidad brindar asistencia técnica al personal encargado de la seguridad laboral y ocupacional de las instalaciones. Dados estos antecedentes se puede aspirar a crear uno similar que sean ofertados a organizaciones con una problemática determinada.

Análisis de la problemática

Se identifica la problemática de seguridad laboral existente en todas las industrias que trabajen con agentes químicos, los riesgos de seguridad química ocurren cuando se manejan agentes químicos nocivos en estados sólidos, líquidos o gaseosos, cuando son absorbidos por el organismo pueden causar daños al

tejido orgánico, fallos de los órganos internos y patologías cancerígenas.

Las industrias que operan con el uso químicos someten a sus trabajadores a potenciales riesgos laborales y sanitarios, dadas las reacciones que puedan tener ciertos metales, ácidos o gases con el cuerpo humano, existen medidas de seguridad para prevenir fatalidades y accidentes en estas operaciones, la seguridad puede ser reforzada con la implementación de un sistema experto que analice las medidas tomadas por las organizaciones, el sistema experto evalúa estas medidas y pudiera incluso llegar a proponer otras utilizando su motor de inferencia.

Los riesgos laborales conllevan a posibles problemas jurídicos y económicos para la empresa y la integridad física del empleado. Un inspector podría denunciar a la organización por falta de seguridad implementada o un trabajador podría denunciar a causa de accidentes laborales, en el caso menos afortunado una fatalidad lastima obliga a la organización a realizar un pago

que consta de indemnizaciones y gastos jurídicos por las inminentes denuncias y acciones de entes regulatorios o gubernamentales contra la organización.

La implementación de un sistema experto que identifique los riesgos laborales de una empresa que opera con agentes químicos permite reducir las incidencias de accidentes laborales y minimizar los posibles daños causa del error humano de los trabajadores.

Se presentan los conceptos esenciales para entender las ideas y proposiciones del trabajo, se incluyen definiciones sobre la problemática y sobre la solución a diseñar.

Contingencia laboral

La Real Academia Española define contingencia como, “la posibilidad de que algo suceda o no suceda” y también la define como “riesgo”, dada esta definición se construye una definición de contingencia laboral:

La contingencia laboral describe a los sucesos que pueden ocurrir dentro de las instalaciones de un área

laboral y que puedan afectar negativamente el estado de salud de los trabajadores, se incluyen sucesos como; accidentes, enfermedades infecciosas, lesiones laborales, deterioro de la salud mental, y otros fenómenos. Por ejemplo; una fuga de monóxido de carbono es un caso de contingencia laboral.

Enfermedad laboral

Autores como Ruíz-Frutos et al. (2022) definen la enfermedad laboral de tres maneras en la revista española de salud pública, la primera definición indica que una enfermedad laboral es una provocada por el trabajo, la segunda indica a aquella enfermedad causada por un agente causal, y la última definición toma un enfoque mixto, se incluyen las enfermedades causadas por exposición de un agente y a las enfermedades preexistentes agravadas por el trabajo.

Resumiendo se define como enfermedad laboral a aquella patología causada por actividades realizadas en la jornada laboral o enfermedades no necesariamente causadas, pero si agravadas por el

entorno laboral. Por ejemplo; el cáncer de vejiga producido por la exposición al arsénico es una enfermedad del primer tipo, mientras que el agravamiento del asma por inhalación de aserrín es una enfermedad laboral que pertenece al segundo tipo.

Inteligencia artificial

En 1956 John McCarthy (1927 – 2011) define la inteligencia artificial como la “ciencia e ingeniería de realizar maquinas inteligentes”, acción que se realiza logrando que las maquinas simulen el pensamiento humano. Generalmente las inteligencias artificiales poseen la capacidad de incrementar sus conocimientos o capacidades por sí mismas, también suelen contemplar varias alternativas a un problema y escoger según ciertos parámetros una solución definitiva.

Sintetizando una inteligencia artificial es un conjunto de algoritmos diseñados para resolver un problema, estos algoritmos cuentan con la cualidad de auto mejoramiento y selección de respuestas.

Sistema Experto

Los Sistemas Expertos (SE) pueden ser considerados como un subconjunto de la IA. El nombre Sistema Experto deriva del término “sistema experto basado en conocimiento”. Por tanto, un sistema experto es un programa compuesto por grandes cantidades de datos que provienen de fuentes humanas, tienen como función orientar a usuarios no expertos sobre una problemática determinada.

Partes del Sistema Experto

Componente humano:

Referente al conocimiento humano que satisface las bases de conocimientos del sistema experto, el conocimiento provisto por los expertos humanos u otras fuentes permiten generar y entender reglas para resolver los problemas propuesto por el usuario.

Base de conocimiento: Son conjuntos de datos almacenados, en la base de conocimientos, en ella se incluyen las reglas aplicables a la situación del problema a resolver como distribuciones de probabilidad o

condiciones numéricas, también contiene los hechos referentes a las situaciones que va a abordar el sistema experto.

Subsistema de adquisición de conocimiento: Parte del sistema que evalúa el conocimiento nuevo que ingresa a la base de conocimientos, determina si los nuevos datos han de ser asimilados o descartados.

Subsistema de control de coherencia: Parte del sistema que busca mantener coherencia en la información asimilada por la base de conocimiento, el control de coherencia está diseñado para evitar contradicciones, datos errados e inconsistencias.

Motor de inferencia: Parte del sistema que formula las conclusiones del problema al que se le fue expuesto el sistema experto, hace uso de los datos del sistema de conocimiento y mediante algoritmos.

En el libro “Decision Support and Expert Systems” de Turban (1995) describe que existen tres elementos del motor de inferencia, el interpretador que ejecuta la agenda

seleccionada, el programador que mantienen control sobre la agenda y el control de consistencia que mantiene la consistencia en las respuestas que proporciona el sistema experto.

El motor de inferencia requiere de estos componentes que menciona Turban ya que esencialmente es el cerebro del sistema experto, debe mantener coherencia en sus operaciones y poseer mecanismos que le permitan escoger las reglas apropiadas al problema que se le es expuesto.

Interfaz de usuario:

Componente visual del sistema experto que permite al usuario comunicarse con el sistema, la interfaz habilita al usuario introducir información sobre la situación a la que se ve expuesta, la interfaz también permita visualizar las respuestas del sistema experto.

Subsistema de ejecución de órdenes: Parte del sistema experto encargado de formular órdenes. Por ejemplo, la apertura y cierre de válvulas de un líquido, no todos los sistemas expertos poseen este

subsistema, solo aquellos a los cuales se les asignan tareas a ejecutar.

Subsistema de explicación:

Parte del sistema que explica las conclusiones dadas por el motor de inferencia, explica el razonamiento que tuvo el sistema de inferencia al dar esos resultados, muestra a través de la interfaz de usuario un mensaje explicativo.

Subsistema de aprendizaje:

Parte del sistema que permite recolectar nuevos conocimientos al sistema experto, el sistema puede aprender de una manera estructural o paramétrica. Por su parte, el aprendizaje estructural se refiere a las estructuras de conocimiento como reglas y distribuciones de probabilidad. Por ejemplo; las reacciones entre elementos químicos forman parte de reglas y aprendizaje estructural.

En el mismo orden de ideas, el aprendizaje paramétrico se refiere a los parámetros para crear la base de conocimiento. Por ejemplo; Identificar la peligrosidad de los elementos químicos según sus efectos en el

organismo es una forma de aprendizaje paramétrico.

Metodología

Se aplica un enfoque investigativo de carácter cualitativo, se analiza como un todo la problemática y el sistema experto a proponer, el artículo investigativo tiene un foco a la tecnología aplicada a la problemática de seguridad laboral. Se consultan descripciones y puntos de vista de investigadores. Se presentan las fases de desarrollo del sistema propuesto.

Fase 1 Diagnóstico: Se parte del problema que surge de las industrias que manejan agentes químicos, problemas de seguridad laboral que pueden afectar a los trabajadores que manipulan estos agentes. Se deben consultar los agentes químicos de la industria, equipos de protección y medidas de contención.

Fase 2 Determinación de requerimientos: Se requieren máquinas de escritorio capaces de ejecutar el sistema experto propuesto, también se requiere que la organización trabaje con agentes

químicos y que estos sean manipulados por un personal humano, así el sistema experto es coherente dentro de la organización.

Fase 3 Diseño: Han de ser diseñadas una base de conocimiento, el motor de inferencia y la interfaz de usuario, a estos componentes del sistema experto lo acompañan subsistemas como; el subsistema de aprendizaje y el subsistema de explicación. El conjunto de partes forma al sistema experto.

Fase 4 Evaluación: Finalmente se evalúa el sistema experto, si las funcionalidades programadas operan adecuadamente, su precisión y facilidad de uso.

Resultados

Diseño de la solución

El sistema experto propuesto se alimenta con información sobre los múltiples agentes químicos de carácter peligroso, las patologías que crean y las actividades de riesgo asociadas al agente químico, se incluyen las consideraciones clínicas por la exposición al agente químico peligroso, los síntomas de la

exposición y los procedimientos a realizar en caso de que un trabajador haya sido afectado por el agente químico.

El presente artículo plantea que las siguientes acciones permiten solventar la problemática identificada, estas acciones serían funcionalidades que deben ser integradas al sistema experto, las siguientes acciones deben ser implementadas en el sistema.

La identificación de los riesgos de trabajo posibles al estar expuesto antes sustancias químicas y que diagnostique las posibles patologías que puedan o han afectado a un trabajador según su rol en la organización y los materiales que este trabajador maneja.

La capacidad de describir e identificar los riesgos que involucren agentes químicos más utilizados en la industria. Explicar la peligrosidad y consecuencias de la exposición a los agentes químicos.

La habilidad de elaborar posibles diagnósticos tras la identificación de síntomas en un

trabajador, construir patologías probables, posibles tratamientos, causa de los síntomas.

La posibilidad de suministrar información de los puestos de trabajo al sistema experto para evaluar la seguridad disponible en puestos de trabajo de la organización. Valorar las medidas de seguridad que toma la organización para proteger a sus trabajadores de los agentes químicos, medidas de contención o almacenamiento de agentes químicos, equipos de protección.

Pasos para el desarrollo del sistema experto

Delimitación del problema a resolver por el sistema experto: Se delimita; la evaluación de seguridad implementada en los puestos de trabajo que involucren elementos químicos peligrosos, evaluación de los riesgos y peligros de dichos puestos de trabajo, identificación de patologías de un trabajador según sus síntomas.

Encontrar expertos humanos y bases de datos: Han de ser interrogados expertos en seguridad química para recopilar los riesgos y

medidas de prevención para el tratamiento de ciertos elementos químicos, este procedimiento también puede ser apoyado por bases de datos e información oficial de institutos u organizaciones especializadas en la materia.

Se propone hacer uso de una guía de valoración de las enfermedades profesionales aprobada por el ministerio de empleo y seguridad social del gobierno español, dicha guía cataloga patologías causadas por agentes químicos, físicos, biológicos y carcinogénicos.

Diseño de interfaz de usuario: Crear una interfaz de usuario que comunique el razonamiento del sistema experto y al usuario no experto, debe ser intuitiva, clara y fácil de usar. Se proponen diferentes menús para las funcionalidades del sistema experto, un menú principal que permite indicarle al sistema experto el tipo de problemática a resolver y un menú secundario que habilite navegar por la base de conocimientos del sistema experto.

Cuando el usuario deba introducir los datos referentes a la organización lo realizara mediante una lista desplegable de opciones, una vez introducidas el motor de inferencia comienza a operar.

Diseño del motor de inferencia: Se escogen los algoritmos de encadenamiento hacia delante y hacia atrás para ser aplicados en el motor de inferencia del sistema experto, estas técnicas le permiten al motor de inferencia otorgar una respuesta a los problemas introducidos por el usuario mediante el uso de hechos y reglas almacenadas en la base de conocimiento.

Algoritmos de encadenamiento hacia adelante: Se dan reglas y consideraciones al sistema experto para que llegue a una conclusión.

En este sistema experto el recorrido hacia adelante se utiliza brindando condiciones actuales para llegar a una respuesta, como los síntomas que presenta un trabajador, de manera que un usuario del sistema experto puede hallar cual es el agente

químico que causó el empobrecimiento del estado de salud del trabajador. Por ejemplo, un trabajador que presente síntomas como encefalopatía tóxica, pérdida de memoria y alteraciones en el sistema nervioso puede estar sufriendo de intoxicación por mercurio.

Funcionamiento de la técnica: El algoritmo comienza partiendo de los hechos y reglas del problema para encontrar una solución, la cadena se forma mediante reglas antecedentes. Es un método de razonamiento intuitivo que toma una evidencia para formular conclusiones. Por ejemplo, el sistema experto puede determinar los riesgos de un entorno laboral según sus características.

Si parten de hechos como que el personal trabaje directamente con mercurio, se considera si el mercurio se puede encontrar en su punto de ebullición (y entrar en estado gaseoso), o si el mercurio se encuentra en estado líquido.

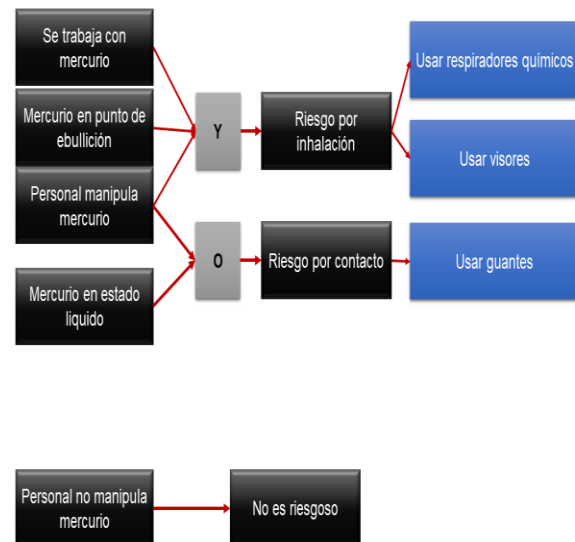


Figura 1: Diagrama de encadenamiento hacia adelante
Fuente: Elaboración propia

Algoritmos de encadenamiento hacia atrás: Se parte de un escenario o respuesta para conocer las causas primeras.

En este sistema experto el recorrido hacia atrás se utiliza suministrando al sistema las condiciones de seguridad y contención de los agentes químicos para la evaluación del sistema. El sistema experto entonces suministraría sugerencias hacia el usuario utilizando como base la información suministrada.

Por ejemplo; el usuario consulta al sistema experto por los peligros de seguridad que ocasiona el mercurio y le indica al sistema experto el tipo de actividad que realiza el personal con el mercurio. El sistema experto revisando la actividad y el agente químico puede llegar a reconocer los peligros por las propiedades del agente químico cuando es manejado de cierta forma.

Funcionamiento de la técnica: El algoritmo comienza partiendo de las conclusiones del problema para encontrar las causas, la cadena busca la evidencia necesaria para probar la hipótesis del problema. Es un método de razonamiento inductivo que toma un resultado para reconstruir la cadena de razonamiento. Por ejemplo; Se reutiliza el caso anterior, determinar el riesgo laboral de un entorno laboral que trabaja con mercurio, partiendo solo de este hecho se reconstruye una cadena hacia la evidencia.

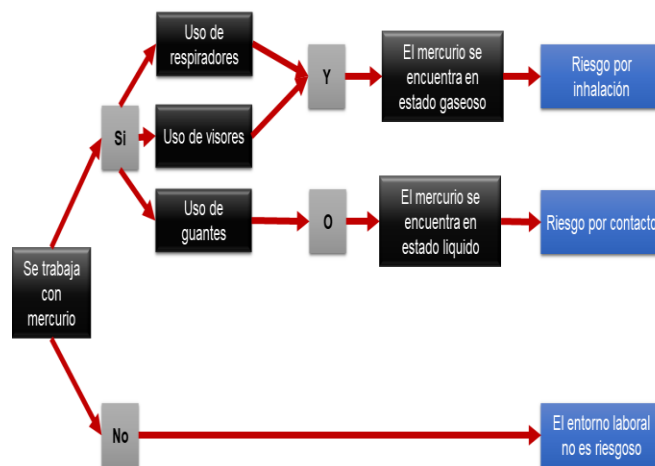


Figura 2: Diagrama de encadenamiento hacia atrás

Fuente: Elaboración propia

Propuesta Estructura del sistema experto

Se presenta la estructura del sistema experto, principalmente compuesta por la base de conocimiento, el motor de inferencia y el interfaz de usuario.

Base de conocimiento: La base de conocimiento del sistema experto estaría compuesta por aportes de expertos en seguridad química y profesionales de la salud que conozcan los perjuicios de los agentes químicos en el organismo, se propone

organizar los datos en fichas con la siguiente estructura.

Cuadro 1

Estructura de ficha en la base de conocimiento

Parámetro	Descripción
Agente	Tipo de agente
Subagente	Nombre.
Patología	Patologías que causa el agente.
Códigos CIE	Códigos de las enfermedades.
Actividades de riesgo	Actividades riesgosas que involucran al agente.
Medidas de seguridad	Equipos de protección y medidas para evitar peligros químicos relacionados al agente.
Consideraciones clínicas	Partes del organismo que afecta el agente.
Síntomas y signos	Síntomas que se presenta cuando se está expuesto al agente.
Exploración	Exploraciones medicas en caso de presentar síntomas.
Pruebas complementarias	Prueba medicas en caso de presentar síntomas.
Riesgos	Vías de contacto riesgosas.
Tiempo de exposición	Tiempo de exposición para presentar

	síntomas causado por el agente.
Observaciones	Desarrollo extenso sobre el agente químico y los puntos anteriores.

Fuente: Elaboración propia

De modo que cuando el usuario alimenta al sistema experto con los datos de su problema, el sistema experto recorra su base de conocimiento para hallar una ficha de información que le brinde los datos para responder al usuario.

Interfaz de usuario: Se presentan visualmente las posibilidades de diseño de la interfaz, cada cuadro de dialogo representa un área o botón.

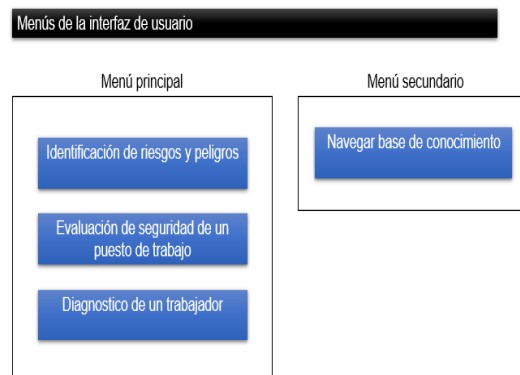


Figura 3. Representación visual de los menús de interfaz de usuario.

Fuente: Elaboración propia

Se divide el menú en dos partes, la del menú principal donde el usuario puede interactuar con el sistema experto para la resolución de problemas y un menú secundario para que el usuario pueda revisar los datos contenidos en la base de conocimiento y sus características, como última fecha de actualización y fuentes. Se presentan los posibles diseños de interfaz adicionales.



Figura 4. Representación visual del menú de entradas de datos al sistema experto.

Fuente: Elaboración propia

Cada menú presenta entre dos a tres interrogantes de las cuales, se debe seleccionar de una lista desplegable las opciones para enviar la información al sistema experto, la información y el menú influenciarán los resultados que brindará el motor de inferencia. El resto de menús deben compartir un diseño similar.

Motor de inferencia: El motor de la inferencia es la parte del sistema que interpreta los hechos y reglas para resolver el problema, en el caso de este sistema experto hace uso de parámetros como; tipo de evaluación, agentes químicos involucrados, tipos de actividades realizadas, medidas de seguridad y síntomas que se presentan. Funciona tomando estos parámetros y recorriendo su base de conocimiento en búsqueda de reglas que le permitan hallar una solución. Esto se realiza mediante el encadenamiento, es posible representar la lógica del motor de inferencia mediante diagramas de flujo.

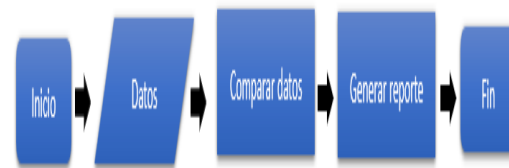


Figura 5. Funcionamiento básico de un motor de inferencia.

Fuente: Elaboración propia

Los datos introducidos por el usuario se comparan con los datos existentes en la base de conocimiento,

el motor de inferencia luego genera el reporte que muestra las conclusiones que responde a la problemática del usuario.

El motor de inferencia opera primero encontrando las reglas que apliquen al problema, luego selecciona las reglas y el orden de ejecución, finalmente ejecuta las reglas y formula decisiones.

Por ejemplo; se desea conocer el riesgo que presenta el uso de fosforo para la fabricación de pesticidas o rodenticidas, dada esta información el sistema experto puede operar.

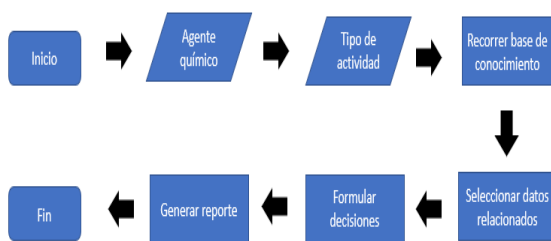


Figura 6. Funcionamiento del motor de inferencia

Fuente: Elaboración propia

Cuando inicia el proceso el usuario debe agregar como entradas el tipo de actividad el agente químico y el tipo de actividad, el sistema experto entonces recorre la base de

conocimiento para buscar información y reglas relacionadas a las entradas, una vez seleccionados estos datos se formulan las decisiones mediante algoritmos de encadenamiento para luego generar un reporte que explique al usuario el razonamiento, finalizando así el proceso

Implementación de la propuesta

El sistema experto propuesto se divide en tres principales funciones, se procede a explicar el propósito de cada función, los métodos utilizados y una ejemplificación.

Identificación de riesgos y peligros: Referente a la identificación de riesgos potencial que surgen por el uso de un agente o subagente químico y una determinada actividad realizada por el personal de la organización.

La técnica empleada para identificar los riesgos y peligros es una de encadenamiento hacia atrás, con las conclusiones (agente químico y actividad) se puede llegar a las evidencias que prueban el peligro en la actividad. Por ejemplo; partiendo de un trabajo de fabricación de pesticidas

con azufre el sistema experto puede inferir que hay un riesgo por inhalación

Evaluación de seguridad:

Referente a la evaluación de seguridad de un puesto laboral, dado el agente químico, la actividad y las medidas de seguridad ya empleadas el sistema experto puede detectar medidas faltantes o redundantes.

La técnica empleada para este fin es una de encadenamiento hacia adelante, con un conjunto de hechos iniciales se puede formular nuevas decisiones. Por ejemplo; Se tienen como hechos iniciales el uso de con ácidos corrosivos y guantes de látex, el motor de inferencia puede formular una nueva decisión como integrar bases químicas para neutralizar reacciones con el ácido.

Diagnóstico de trabajadores:

Referente a los síntomas que presentan los trabajadores y el hallazgo de sus posibles causas, según su actividad y elementos químicos con los cuales trabajó.

La técnica empleada para hallar el agente químico responsable es una de encadenamiento hacia adelante,

dada la actividad y síntomas el motor de inferencia puede ir descartando agentes químicos que no causen el cuadro patológico del trabajador, tentativamente el sistema experto mostraría una lista de agentes químicos probables responsables por la enfermedad.

Por ejemplo, un trabajador que haya trabajado con azufre, fosforo y nitrógeno presenta irritación, náusea, vómito y epigastralgia, dados estos síntomas y los agentes químicos lo más probable es que pudo ser víctima de intoxicación por fosforo.

Conclusión

La problemática principal detectada fueron los riesgos de seguridad química, esta problemática está en el interior de lo que se define como contingencia laboral, es un riesgo inherente que existe en el entorno si existe personal humano en cercanía a los elementos químicos, dicha problemática representa potenciales riesgos jurídicos y económicos a cualquier organización dentro de la industria química.

Se halla como una solución al problema la implementación de un sistema experto que permita gestionar la contingencia laboral en las industrias químicas, el sistema propuesto se compone por una base de conocimientos que contendría información sobre los agentes químicos peligrosos para el ser humano, y que actividades exponen al trabajador al peligro.

Otro componente importante es el motor de inferencia el cual mediante el uso de algoritmos de encadenamiento puede formular decisiones (a modo de recomendación o advertencia) que la organización puede adoptar, este componente sería el más importante del sistema.

El usuario podría comunicarse con el sistema experto mediante la interfaz de usuario, el diseño propuesto para esta uno que sea legible para el usuario promedio, sencillo de usar y que explique por sí sola su funcionamiento con el uso de llamativos recursos visuales como botones y etiquetas.

Dados estos hallazgos la implementación del sistema propuesto puede aportar los siguientes beneficios a la organización; reducción de accidentes, mayor organización del personal y un mayor seguimiento de normas en los procedimientos industriales.

Referencias

- Badaro, S., Ibañez, L., y Agüero, M. (2013). **Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones**. Universidad de Palermo}. Disponible en: https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf
- Benavides, F., y Ruiz, C. (2006). **Salud Laboral. Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales**. ResearchGate. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Benavides-4/publication/40938366_Salud_Laboral_Conceptos_y_tecnicas_para_la_prevencion_de_riesgos_laborales/links/0deec5357c0675853b000000/Salud-laboral-Conceptos-y-tecnicas-para-la-prevencion-de-riesgos-laborales.pdf
- Ceccaroni, L. (2007). **Inteligencia Artificial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas** Disponible en: [https://www.cs.upc.edu/~luigi/II/A-2007-fall/3b-inferencia-en-agentes-basados-en-conocimiento-\(es\).pdf](https://www.cs.upc.edu/~luigi/II/A-2007-fall/3b-inferencia-en-agentes-basados-en-conocimiento-(es).pdf) .

- Instituto Nacional de la Seguridad Social. (2017). **Guía de ayuda para la valoración de las enfermedades profesionales**. Sociedad Vasca de Medicina del Trabajo. Disponible en: https://www.lmee-svmt.org/archivos/20170515_3409_ORI_GUIAVALORACIONEP.pdf
- Martínez, M., Marín, J., Ros, R., y Boné, J. (2006). **Sistema Experto para Evaluación y Gestión de Riesgos Laborales en el Sector Sanitario: SANAREX**. Prevención Integral. <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-006/sistema-experto-para-evaluacion-gestion-riesgos-laborales-en-sector>
- Martínez, M., Marín, J., Ros, R., y Boné, J. (2004). **Sistema experto para la evaluación ergonómica y psicosocial de puestos de trabajo**. Revistes Científiques de la Universitat de Barcelona. Disponible en: <https://revistes.ub.edu/index.php/Anuario-psicologia/article/download/8638/10741/0>
- Moreno, A. (2000). **Bases de datos y bases de conocimiento**. Estudios de Lingüística del Español. Disponible en: <http://elies.rediris.es/elies9/4-1.htm>
- Real Academia Española. (2022). **Diccionario de la lengua española**. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Disponible en: <https://dle.rae.es/contingencia>
- Rossini, P. (2000). **Using Expert Systems and Artificial Intelligence For Real Estate Forecasting**. Sixth Annual Pacific-Rim Real Estate Society Conference.
- Ruíz-Frutos, C., Delclós, J., Ronda, E., García, A. Benavides, F. (2022). **Salud laboral. Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales**. Elsevier España.
- Turban, E. (1995). **Decision Support and Expert Systems**. Reino Unido: Prentice Hall.
- Universidad de Córdoba. (s. f.). **Encadenamiento hacia adelante y hacia atrás**. Disponible en: <http://www.uco.es/%7Ei42crjj/aplicada/tema4.htm>